

SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: EĞİTİM



TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

#TeknolojiÜretenTürkiye

www.ttgvl.org.tr



SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM : EĞİTİM



TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

Ankara - 2018

SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM : EĞİTİM

Baskı

İşkur Matbaacılık Kağ.San.ve Tic. Ltd. Şti.

Ağaçişleri Sanayi Sitesi 1370 Sk. No:5 İvedik OSB – Yenimahalle /ANKARA

Tel: 0 312 394 52 62

Tic.Sic.No: 140568

1.Baskı

Kasım, 2018

TTGV Yayın No TTGV – T/2018/01

“Tanıtım nüshasıdır, para ile satılamaz.”

Bandrol uygulamasına ilişkin usul ve esaslar hakkında yönetmeliğin 5.maddesinin 2.fıkrası çerçevesinde bandrol taşıması zorunlu değildir.

Yayının telif hakları TTGV’ye aittir.

Kitabın tümü ya da bir bölümü TTGV’nin izni olmadan kopya edilemez.

Ancak kaynak göstermek kaydı ile alıntı yapılabilir.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı // TTGV

Cyberpark, Cyberplaza B Blok Kat: 5-6

Bilkent 06800 Ankara

www.ttgiv.org.tr

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde Türkiye Odalar Borsalar Birliği, Türkiye İhracatçılar Meclisi, Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği, Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği, Uluslararası Yatırımcılar Derneği ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı işbirliğinde sanayinin rekabet gücünün artırılabilmesi ve sürdürülebilir kılınması, üretimde verimlilik artışı sağlanması, işgücü niteliğinin sürekli iyileştirilmesi, akıllı üretim sistemlerinin hayata geçirilmesi ve değer zincirinin tüm halkalarında teknolojinin sunduğu imkânlardan faydalanılması için gerekli politikaların oluşturulması ve hayata geçirilmesi sürecinde tüm paydaşlar arasında etkili işbirliğinin sağlanması amacıyla 2016 yılında çalışmalarına başlamıştır. Hazırlık çalışmalarının ardından 6 başlık altında (Sanayide Dijital Teknolojiler İleri Üretim Teknikleri, Açık İnovasyon, Eğitim, Altyapı ve Standardizasyon, Mevzuat, Patent) çalışma grupları oluşturularak ilgili alanlarda eylem planlarının oluşturulması amacıyla çalışmalar yürütülmüştür. Elinizdeki bu çalışma TTGV tarafından Başkanlığı üstlenilen Eğitim Çalışma Grubu’nun kamu, üniversite, özel sektör ve şemsiye kuruluşlarından 91 katılımcının katkılarıyla hazırlanmış bir mevcut durum analizi ve eylem önerilerinden oluşan 21 Ağustos 2017 tarihli raporun baskısıdır.

Eğitim Çalışma Grubu TTGV Koordinasyon Ekibi

Suat BAYSAN (TTGV Yönetim Kurulu Üyesi,
Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu Başkanı)

Volkan BAYRAKTAR (TTGV Yönetim Kurulu Üyesi,
Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Danışma Kurulu Üyesi)

Eğitim Çalışma Grubu Sekreteryası :

Yücel TELÇEKEN (TTGV)

Evren BÜKÜLMEZ (TTGV)

Sibel EŞDER (TTGV)

Raportör

Tülay AKARSOY ALTAY

ÖNSÖZLER

Sayısal Dönüşüm, Eğitim

Yaşam biçimimizin temelden değişmesine sebep olacak “Sayısal Dönüşüm” yüksek titreşimler ile her alana doğru hızla hareketlenmektedir. Sayısal Dönüşüm, iş yapış tarzımıza, eğlenmemize, öğrenmemize, farklı bakış açıları getirmekte ve baş döndürücü hızla gelişen teknoloji sürecinde yer almanın zorunluluğunun farkına varmamızı sağlamaktadır. Dönüşümü, takip eden, uygulayan toplumların sadece gelişmelere izleyici kalmasının sonuçlarının sayısal boşluğu derinleştirici olması kaçınılmazdır. Sayısal Dönüşümü yönlendirebilmek, katma değer sağlayabilmek ise gelişmiş toplumlar ile başa baş rekabet içinde olunmasına imkan verecektir. Sayısal dönüşümü, anlayabilmek, düşünebilmek, yönlendirebilmek asıl mesele olarak ortaya konulmalıdır.

Sonuç olarak eğitimimizin her seviyesinde yenilik yapabilmek ve dönüşümü sistemin gömülü bileşeni olarak yönetmek başarının sırrı olacaktır.

Sayısal dönüşümü 4. Sanayi devrimi olarak tanımlamak sadece dönüşümü kısıtlamakla kalmayacak aynı zamanda konuya yaklaşımımızı da daraltacaktır. 4. Sanayi devrimi, nesnelerin interneti, 5. nesil iletişim teknolojileri dönüşümün teknoloji ayağını oluşturmaktadır, ancak dönüşüm daha geniş irdelendiğinde çok katmanlı bir mimari ve kavramsal tasarıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Önümüzdeki onlarca yıl içerisinde milyarlarca nesnenin, kendi varlıklarının farkında olmaları ile birlikte ve her üretilen ürünün bağlantılı olması neticesinde, gözlemlenebilir ve denetlenebilir olmaları asıl sorunu oluşturacaktır. Böyle bir durumda bilgisayarlara daha bağımlı olacağımız kesindir. Nesnelerin farkındalığını keşfetmek, yönlendirmek için ciddi yazılım platformlarına, analiz yeteneğine, ihtiyaç duyulması sonucunda ancak yapay zeka yardımı ile yönetilebilirliğin gerçekleşeceği gerçeği karşımıza çıkmaktadır.

Yukarıda konu edilen değişim ve dönüşüm hareketi içinde bulunabilmek için öğrenim sistemi öğrenci merkezli bir yapının kurulması kaçınılmazdır. Bilgiye çevrimiçi erişen, dönüşümün etkilerini hızla hesaplayabilen, bilim ve teknoloji ile içiçe yeni uzmanlara ihtiyacımız olacağı kesindir. Öğrencilerin içerik üretebildikleri, bilgilerini uluslararası boyutta paylaşabilecekleri, süreçleri sorgulayıp, daha verimli olabilecekleri ortamları donatmak olmazsa olmaz gereksinimlerdir. Öğrenmenin yol haritasını yeniden tasarlamak, yeni basit öyküler yaratabilmek, öğrenmeyi denemeler ile kolaylaştırmak yarışta ön sıralarda yer almanın, ilerlememizin öncelikli şartları arasında yer almaktadır.

Suat BAYSAN

TTGV Yönetim Kurulu Üyesi,

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu Başkanı

Özel sektörün nitelikli teknik personel açığının kapanması için üniversite-sanayi ilişkisine ihtiyaç var

Endüstride girilen dönüşüm sürecinde, nitelikli insan kaynağının yapısı, şimdiye kadarki sanayi devrimlerinden farklı olarak çok büyük bir değişime hazırlanmaktadır. Özünde üretim ve prosese ait işgücünün önemli bir kısmının insandan çıkıp makinalara ve sanal ortamlara devredileceği bu süreçte, insanlar için de analiz, yönetim ve hizmet alanlarında yeni ve daha kalifiye işler belirecektir. Bu noktada sorgulanması gereken en temel iki soru, bu kalifiye işleri yerine getirecek insanın, ne tür donanımlar kazandırılmış olarak eğitilmesine ihtiyaç duyulacağı ve bu eğitimin etkin olabilmesi için nasıl bir süreç ve metodolojinin uygulanmasının gerekeceği hususlarını kapsamaktadır. Özellikle eğitimin sadece okul sürecinin 16-18 yıllık bir dönemi içerdiği düşünüldüğünde, eğitim siteminde bugün atacağımız adımların meyvelerini, 20 yıl sonrasında görebileceğimiz gerçeği ile karşı karşıya kalmaktayız. Bu nedendir ki yaşanan endüstri değişiminin, eğitim ayağının son derece özenle ele alınarak değerlendirilmesi ve planlanması hayati bir zorunluluktur.

Peki son derece hızlı yaşanan sanayi dönüşümüne ayak uydurabilmek için ülkemizin 20 yıllık bir olgunlaşma sürecini bekleme şansı var mıdır? Bu sorunun cevabı kuşkusuz ki “Hayır!”

Bu noktada, neticeleri en önce ortaya çıkacak eğitim aşaması olan yüksek lisans ve doktora programlarının önemi, daha da kritik bir konu olarak ön plana çıkmaktadır. Yüksek lisans ve doktora programlarının bu kritik önemi dikkate alınarak dijital dönüşümün gereklerine göre yeniden yapılandırılmasına, sanayi ve üniversitelerin elele vererek birlikte bu yeniden yapılandırmayı yönetmeleri kaçınılmaz bir zorunluk olarak değerlendirilmelidir.

Dünyada geçen 30 yıl içerisinde, katma değeri yüksek endüstriyel ürün üretmenin temel koşulu olarak yüksek lisans ve doktora programları kapsamında bilim üretmenin; küresel rekabeti ne ölçüde etkilediğini, ortaya çıkan yüksek katma değerli ürünlerin dünyayı nasıl ele geçirerek hayatlarımızı ve alışkanlıklarımızı yeniden şekillendirdiğini ve bu ürünleri üreten ülkelerin sadece ticari ekosistemde değil, dünya eko-politiğinde de nasıl lider konumlarını güçlendirerek, rakipleri ile aralarındaki farkı hızla açtıklarını hep birlikte gördük ve deneyimledik. Bu deneyimden hareketle, esas unsurun sanayi ihtiyaçları odaklı bilim yapmak ve katma değerli ürünlerin temelini oluşturacak bilimsel nüveler üretmek olduğu tek doğru çıkarımdır. Bu hedefe ulaşmak için ise takip edilecek en etkin yol sanayi ile üniversitelerin yüksek lisans ve doktora programlarını etkileşimli hale getirmek olduğu gerçeğidir. Bu karşılıklı etkileşim, üniversitelerdeki akademisyenlerin kişisel meraklarından filizlenen iyi niyetli fakat, ülke stratejisinden, zamandan, bütçeden, piyasa gerçeklerinden, endüstriyel hedeften bağımsız yüksek lisans ve doktora eğitim programları yerine, sanayinin eğitim içeriğine doğrudan müdahale edebildiği, karşılıklı etkileşimli eğitim program modellerinin uygulanmasıyla mümkün olacaktır.

Yüksek lisans ve doktora eğitim programları kapsamında sanayide yürütülen çalışmaların çok disiplinli karakteri, farklı akademik birimleri aynı anda ve birarada çalıştırma alışkanlığını aşılayacaktır. İhtiyaç duyulan bu çok disiplinlilik ışığında kurgulanacak ar-ge projeleri ile üretilecek bilim, endüstriyel dönüşümde sanayimizin ihtiyaç duyduğu yüksek katma değerli ürünlerin temelini oluşturacak şekilde planlanmalı, yaşam şartlarının dinamik dönüşümüne uygun olarak, eğitim sisteminin planlanmasının da dinamik, kendisini sürekli yenileyen bir biçimde kurgulanmasına ve üzerinde sürekli olarak çalışılması tesis edilmelidir.

Bu noktada en kritik unsur sanayimizi ve üniversitelerimizi bir arada çalışmaya yöneltecek mekanizmaların ve kolaylaştırıcı yönetmeliklerin tesisi gereğidir. Bugün üniversitelerin tabi olduğu döner sermaye mevzuatı ve KİK kuralları bu işbirliğini zorlaştırdıklarından, acilen ve özellikle sanayi-üniversite bilimsel işbirliği programları kapsamında odaklanılmak üzere, öncelikli olarak ve hızlıca yeniden yapılandırılmalıdır. Bu çerçevede, sanayi-üniversite ilişkisi, eğitim içerik ve şeklini sürekli olarak ihtiyaç doğrultusunda yenilemek üzere, kurulların oluşturulması şeklinde değerlendirilmeli, bu kurulların, sanayi -üniversite ortak endüstriyel proje ve faaliyetlerini bilfiil yürütmekte olan akademisyen ve sanayicilerden oluşması sağlanmalı, bu şekilde yapacakları düzenlemelerin kurgusal olmaktan uzaklaşıp canlı çalışmalara dayanması ve gerçekçi olması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, endüstrideki dönüşüm ile birlikte üretim ve prosese ait iş gücünün büyük ölçüde değişeceği, yadsınamaz bir gerçektir. Değişimi yönetmek için, doğru zamanda doğru kaynaklarla organize olmak ve buna uygun sistemler geliştirip hayata geçirmek gerekmektedir. Bu süreci doğru yöneterek hem sanayimize hem de ekonomimize en yüksek faydayı sağlayabilmek, eğitim programlarının ve sanayi-üniversite ilişkisinin şu an özenle ve titizlikle ele alınarak yeniden değerlendirilmesine ve planlanmasına bağlıdır.

Volkan BAYRAKTAR

TTGV Yönetim Kurulu Üyesi,

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Danışma Kurulu Üyesi

İÇİNDEKİLER

	Syf
YÖNETİCİ ÖZETİ	14
ÇALIŞMA GRUBUNA İLİŞKİN BİLGİLER	17
DURUM ANALİZİ	20
• Çalışmanın Kapsamı	
• Çalışmanın Gerekçesi	
• Öne Çıkan İşlemsel Kavramlar	
• Çalışmanın Yöntemi (Metodoloji) ve Uygulama Araçları	
• Teknolojik Gelişmeler	
• Gelişen Yıkıcı Teknolojiler	
• Endüstriyel Devrimler ve 4.Sanayi Devrimi	
• GZFT Analizi	
• Dijital Dönüşümden En Fazla Etkilenecek Meslekler, Sektörler	
• 4. Sanayi Devriminde Eğitim – Sanayi İlişkisi	
• Özel Sektöre Yönelik İşletmelerde Uygulanabilecek İyi Uygulama Örnekleri	
• Şirketlerden Seçilmiş Mesleki Eğitim Örnekleri	
DÜNYADAKİ DURUM	
(Ülke Örnekleri: ABD, İngiltere, Almanya, Çin, Hindistan)	65
TÜRKİYE’DE DURUM	75
• Mesleki Eğitim	
• Üniversite öncesi Eğitim	
• Üniversite Eğitimi	
• Yaşam boyu Eğitim	
MİSYON, VİZYON, STRATEJİK HEDEFLER ,KISA, ORTA VE UZUN VADELİ EYLEM ADIMLARI	117
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	119
• Kaynaklar	
EKLER	
• Çalıştay Dokümanları ve Katılımcı Listeleri	126

KISALTMALAR

AI	Yapay Zeka
B2B	Firmadan firmaya yapılan e-ticaret modeli
B2C	Firmadan tüketiciye anlamına gelen e-ticaret modeli
BT	Bilişim Teknolojileri
CIM	Bilgisayar Tümlşik İmalat
CNC	Bilgisayarlı Sayısal Denetim
CPS	Siber Fiziksel Sistemler
CPPS	Siber Fiziksel Üretim Sistemi (Akıllı Üretim)
CPU	Merkezi İşlem Birimi
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ICT	İletişim ve Bilişim Teknolojileri (BİT)
IoT	Nesnelerin İnterneti
IT	İletişim ¹ Teknolojileri
ITIL	Bilgi Teknolojileri Alt Yapı Kütüphanesi
NA	Ulusal Akademiler (The National Academies)
MEMs	Mikroelektro-mekanik sistemler
MIT	Massachussets Teknoloji Enstitüsü (Massachussets Institute of Technology)
MOOC	Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler (Massive Open Online Course)
STEM	Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik alanlarının birbirine bütünleştirilmeleri ve uyumlandırılmaları. Türkçe kullanımı FeTeMM.
STEAM	Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik
VDMA	Merkezi Frankfurt'da bulunan Makine Mühendisleri Endüstri Birliği (The Mechanical Engineering Industry Association)

¹ "Information Technology" "iletişim teknolojileri" olarak Türkçe'ye çevrilmiş ve yaygınlık kazanmıştır. Raporda 'information' kelimesinin karşılığı olarak 'malumat' kelimesi kullanılmış, 'data' karşılığı 'veri', 'knowledge' karşılığı 'bilgi' kelimelerinin kullanılması tercih edilmiştir.

TABLO VE ŞEKİLLER

	Syf
Tablo 1 Endüstriyel Ürün Satışları	21
Tablo 2 Çalışanlar için Gerekli Temel Yetkinlikler	37
Tablo 3 Geleceğin Fabrikalarında Çalışan İşgücünün Nitelik ve Becerileri	51
Tablo 4 Vasıflı İşgücünün Gerekli Nitelikleri kazanması için Alınması Tavsiye Edilen Önlemler	52
Şekil 1 Bir Örnek olarak İngiltere Verileri	23
Şekil 2 Teknolojilerin Hesaplanan Ekonomik Etkisi, 2025	29
Şekil 3 Gelecek için Uç Veren 40 Anahtar Teknoloji	30
Şekil 4 Endüstriyel Robotlarda ve Nesnelerin İnternetindeki Artış	31
Şekil 5 Hype Döngüsü ve Uç Veren Teknolojiler, 2016	32
Şekil 6 Gömülü Sistemlerden Siber Fiziksel Üretim Sistemine Evrilmenin Örneği	34
Şekil 7 Yatay ve Dikey Entegrasyon	35
Şekil 8 2025'e Kadar İş Büyümesinin Meslek ve Endüstri Gruplarına Göre Değişimi	38
Şekil 9 4.Sanayi Devriminin Vasıflılık Açısından Geçerli Boyutlarının Toplu Değerlendirmesi	42
Şekil 10 4. Sanayi Devrimi ve Etkileyen Faktörler - Niteliklerin Gerekleri	42
Şekil 11 Geleceğin Fabrikalarındaki İşgücünün Nitelik ve Becerilerinin Türetilmesine Yönelik Yöntem	45
Şekil 12 Fabrikalarda Günümüzde Gözlemlenen ve Gelecekte Görülecek İletişim Örüntüleri	49

YÖNETİCİ ÖZETİ

Rapor 7 bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde Çalışma Grubu'na katkı ve katılım sağlayan kurum ve kuruluş temsilcileriyle yapılan çalışmaların özeti ve ilk çalıştaylarda yapılan değerlendirmeler sonucu görüş birliğine varılan "çalışma grubunun amacı, hedefleri ve görevleri" kısaca sunulmuştur. Bu çalıştaylarda gündeme gelen konular ise Raporun son bölümündeki Ek'ler bölümünde dökümanite edilmiştir.

İkinci bölüm olan "Durum Analizi"nde öncelikle "çalışmanın kapsamı, gerekçesi, sanayide dijital dönüşüm konusu ile ilgili öne çıkan kavramlarla, çalışmanın metodolojisi" hakkında bilgi verilmiştir. "Durum Analizi" bölümünde eğitim konusunda öne çıkan gelişmelere hazırlık oluşturması bakımından dijital dönüşüm adıyla gündeme gelen süreçte "öne çıkan teknolojiler ve bunun etkilediği sektör ve mesleklerle" ilişkin çalışmalar hakkında bilgiler sunularak dijital dönüşümün eğitime olan etkisi incelenmiştir. Özellikle çalışma grubunun ana amacı olan **"Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik gereksinimlerin belirlenmesi ve uygulanması"** bakımından işletmeler tarafından başarıyla uygulanmakta olan "mesleki eğitim örnekleri" incelenmiştir.

Üçüncü bölüm "Dünya Örnekleri"nde ise "ABD, İngiltere, Almanya, Çin, Hindistan"da dijital dönüşüm ile birlikte eğitim alanında uygulanmakta olan örnekler sunulmuştur.

Dördüncü bölüm "Türkiye'de Durum", Sanayide Dijital Dönüşüme bağlı olarak eğitim ile ilgili değerlendirmeler ve Çalışma Grubu Üyelerine anket yoluyla sorulan sorulara verilen cevaplar ve katkılar göz önüne alınarak hazırlanmıştır.

Beşinci Bölüm'de 20 Temmuz 2017 tarihinde Ankara'da gerçekleştirilen Değerlendirme ve Karar Çalıştay'ında belirlenen "Misyon, Vizyon ve Kısa-Orta-Uzun Vadeli Eylem Adımları"ndan oluşan "Stratejik Hedefler ve Eylem Önerileri" yer almaktadır.

Altıncı Bölüm Çalışma Grubu Özelinde hazırlanan "Sonuç ve Değerlendirme" bölümüdür.

Yedinci ve son bölüm ise Rapor'un oluşturulması sürecinde gerçekleştirilen Çalıştaylara ilişkin dokümanlardan oluşmaktadır.

Raporun oluşturulmasına katkı ve yönlendirme sağlayan kişi ve kuruluşlar :
(Alfabetik Sırayla)

1. Ahmet ÇELİK, Dr. (Gazi Üniversitesi)
2. Hakan BAL (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
3. Ahmet HANÇER (ENOCTA)
4. Hakan DAL, Prof. Dr. (YÖK- KÜSİ)
5. Ali GÖKTAN, Prof. Dr. (İTÜ OTAM)
6. Hande AKÇE ALPASLAN (TÜBİTAK)
7. Ali Kerem ALPTEMOÇİN (TİM)
8. Hasan ÇAĞLAYAN DÜNDAR (TOBB ETU)
9. Ali N. TUNABOYLU (YASED)
10. Hasan Soner YÜCEL (TED KOLEJİ)
11. Alp KÖKSAL (STFA/KHAN Academy)
12. Hülya ÖZTOPRAK YILMAZ (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
13. Alper KESKİN (TÜSİAD)
14. İffet İYİĞÜN MEYDANLI (FARPLAS)
15. Alper ŞAHİN (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
16. İlker TABAK (TBD)
17. Altug KARAYEL, Dr. (Koç Üniversitesi)
18. İlknur İNAM (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
19. Atilla Hakan ÖZDEMİR, Dr. (BİLKENT TTO)
20. Kevser ÖZTÜRK KALAYCI (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
21. Aydın KOLAT (VERİSİS)
22. Lale AKARUN, Prof. Dr. (BOĞAZİÇİ Üniversitesi)
23. Ayhan YAZAR (ADIENT)
24. Mehmet ALTINKURT (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
25. Ayşe Eser Baransel (TBD)
26. Mehmet Kudret CERAN (Ticaret Bakanlığı)
27. Ayşe Günay GÖKBEN (Milli Eğitim Bakanlığı)
28. Melih KOCAMAN (ORSO)
29. Ayşe KULA (MEB)
30. Meral YURDAKUL (NETAŞ)
31. Baha ZAFER, Yrd.Doç.Dr. (İstanbul Üniversitesi)
32. Mete KONURALP (TESA BANT)
33. Barış URHAN (TÜSİAD)
34. Metin NİL (VESTEL)
35. Başak APAYDIN AVŞAR (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
36. Murat DURAN (DUSOFT)
37. Bilal ATASOY, Dr. (GAZİ Üniversitesi)
38. Mustafa BARAN (ASO)
39. Bilgütaş YAŞAR (PWC)
40. Mustafa Hilmi ÇOLAKOĞLU, Doç. Dr. (Milli Eğitim Bakanlığı)
41. Burak PEKCAN (İNFOTRON)
42. Necdet KENAR (TÜSİAD)
43. Burak YÜCELYİĞİT (ENOCTA)
44. Oğuz ALTAY (İNFOTRON)
45. Burcu AYBAT (Eğitmen)
46. Oğuz ERGİN (TOBB ETU)
47. Burcu BAYIR (TİM)
48. Orhan AYDIN, Prof. Dr. (YÖK)
49. Bülent DENİZ (ERKURT Holding)
50. Özgür ÖZLÜK, Doç. Dr. (MEF Üniversitesi)
51. C.Hakan AYDIN, Doç. Dr. (ANADOLU Üniversitesi)
52. Özkan ATAN, Yrd. Doç. Dr. (VAN Yüzüncüyıl Üniversitesi)
53. Cem ÜLGER (RFT)
54. Özlem GÜÇLÜER (OSD)
55. Cesur Baransel, Doç. Dr. (TBD)
56. Özlem KALKAN (MEB)
57. Ceyhun GÖCENOĞLU (IBM)
58. Pınar KAHRAMAN (TÜBİTAK)
59. Cihat DEMİRLİ (MÜSİAD)
60. Rıza DURUCASUGİL (NETAŞ)
61. Devrim Akgündüz (İstanbul Aydın Üniversitesi)
62. S.Melek ÇALIŞKAN (ÇOŞKUNÖZ Eğitim Vakfı)

63. Ebru AKTAN (IBM)
65. Eda ÜNAL (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
67. Efşan NAZ ÖZEN (TEPAV)
69. Elif DÖRTER (ÇOŞKUNÖZ Eğitim Vakfı)
71. Elife ÜNAL, Doç.Dr. (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
73. Emrah KORAMAN (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
75. Emrah ÖZBEK (ARÇELİK)
77. Emre ÇAPTUĞ (CMP)
79. Eray AKDAĞ (TÜSİAD)
81. Evrim Oya GÜNER (TBD)
83. Ezgi ÇELİK (TÜSİAD)
85. Fulya KAYRAN (VESTEL)
87. Gözde ERBAZ (Robincode)
89. Güner ÖZDEMİR (TİM)
91. H.Elçin TANYELİ (TÜBİTAK BİLGEM)
64. Samet ÇELİK (GELECEK ATÖLYESİ)
66. Samet ARSLAN (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
68. Seda KALAYCI (KOSGEB)
70. Selma KELEŞ KARAKAYA (MEB)
72. Sercan ÖZTÜRK (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
74. Sevilay KURT (IBM)
76. Tarkan GÜRBÜZ,Dr. (ODTÜ BİLTİR)
78. Uğur Levent ŞEN (TSE)
80. Uğur SAÇMACIOĞLU (McKinsey)
82. Ülkü ARSLAN AYDIN(Womentechmaker Grubu)
84. Yaprak METİN (TOKSÖZ GRUP)
86. Yiğit ERGİN (KAREL)
88. Zafer SEVDİ (TESİD)
90. Zübeyde ARSLANOĞLU (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)

ÇALIŞMA GRUBUNA İLİŞKİN BİLGİLER

Çalışma Grubunun Amacı:

Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik eğitim gereksinimlerinin belirlenmesi ve uygulanması için stratejik yol haritasının hazırlanmasıdır.

Çalışma Grubunun Hedefleri:

Stratejik yol haritasının hazırlanması sürecinde aşağıdaki hedeflere odaklanılmıştır:

- Eğitim ve öğretim sisteminde Üniversite–Sanayi İşbirlikleri çerçevesinde mühendislik eğitimleri ve ilk ve orta öğretim programlarına ilişkin öneriler geliştirmek,
- Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağı (mühendis ve teknik personel) açığının kapatılması için yapılması gerekenler konularında öneriler geliştirmek.

Bu 2 alt başlığa ek olarak;

- Konu ile ilgili “toplumsal farkındalık” yaratılması konusunun da ayrı bir çalışma ile ele alınması,
- Sanayide Dijital Dönüşüm sürecinde istihdam ve iş hayatını etkileyecek düzenlemelere ilişkin mevzuat değişikliklerinin de konu ile ilgili Mevzuat Çalışma Grubu’na iletilmesi gündeme gelmiştir.

Çalışma Grubunun Görevleri:

- Sanayide dijital dönüşüm süreci için ihtiyaç olan nitelikli insan kaynağı ve ihtiyaçlarının tanımının yapılarak bunu etkileyecek yan faktörlerin (altyapı, entegrasyon, kültür, veri analizi vb.) belirlenmesi,
- Dijital dönüşümün ihtiyaç duyduğu niteliklerin bireye kazandırılmasına yönelik araştırmacı ve analitik olmayı teşvik edecek yeni yöntemler kullanılarak eğitim programlarının önerilmesi ve bu konuda öğrencileri yetiştirecek eğitimcilerin eğitimi için gerekliliklerin belirlenmesi,
- Toplumsal farkındalık sağlamaya yönelik eğitim, rehberlik vb. gerekliliklerin belirlenmesi.

Çalışma Grubunun gerçekleştirdiği faaliyetler:

Çalışma Grubu ilk toplantılarını aşağıdaki tarihlerde gerçekleştirmiştir.

- Ankara, TTGV Kıvılcım Merkezi, 27.01.2017
- İstanbul, TTGV Ofisi, 08.02.2017

Ankara’da 25, İstanbul’da 29 olmak üzere toplam 54 katılımcı ile çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, 54 katılımcının dağılımı şu şekildedir :

1. Özel sektör : 20 (%37)
2. İşbirliği kuruluşu : 16 (%29)
3. Üniversite :10 (%19)
4. Kamu : 8 (%15)



Çalışma Grubu Toplantılarında öncelikle Sanayide Dijital Dönüşüm Platformunun oluşumu ve yapısı hakkında Bakanlık ve TTGV tarafından yapılan bilgilendirme sunumlarının ardından katılımcılar 2 gruba ayrılarak çalışmalarını gerçekleştirmiştir.

İlk bölümde mevcut duruma ilişkin tespit ve değerlendirmeler, ikinci bölümde ise ihtiyaçların belirlenmesi ve eksikliklerin giderilmesine yönelik katılımcıların görüş ve önerileri alınmıştır.

Çalışma Gruplarının Alanları

Ana odak: Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik ihtiyaçların belirlenmesi.

Alt başlıklar:

- Nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve açığının kapatılması için yapılması gerekenler (mesleki eğitim)
- Eğitim ve öğretim sisteminde öğretim müfredatları ve programlarında yapılması gerekenler
- Yaşam boyu öğrenme

Şubat ortasında toplantı çıktıları internet üzerinden çalışma grubu ile ortak paylaşıma açılmış ve iletişim için ortak mail adres grubu oluşturulmuştur. Şubat sonunda ise “Mevcut duruma ilişkin Türkiye ve Dünyadaki örnekler ile ilgili doküman, rapor ve istatistiklerin” grup içerisinde paylaşım süreci başlamıştır. Mart ayında toplantıda önce çıkan konular ve öneriler dikkate alınarak çalışmanın çerçeve raporu TTGV tarafından oluşturularak grup üyelerinin görüşlerine sunulmuştur. Nisan ve Mayıs ayı boyunca da mevcut durum, uluslararası uygulamalar ve öneri yol haritasına ilişkin ilk taslak raporun hazırlığı sürecinde Çalışma Grubu Üyelerinin katkılarının rapora yansıtılması hedeflenmiş ve bu amaçla aşağıdaki 4 alandan ilgili oldukları konularla ilgili sorulara ilişkin katkılar alınmıştır.

Mesleki Eğitim

- İşletmeler yeni döneme uyum için mevcut personellerine (özellikle üretim süreci ile doğrudan ilgili olarak mühendislerine, planlamacılarına, operatörlerine vb.) hangi eğitimleri vermeli? (Mümkünse eğitim verilecek konu başlıklarını belirtiniz)
- Meslek içi eğitimde eğitim mekanları nasıl olmalı?
- Meslek içi Eğitimcilerin özellikleri ne olmalı?

Üniversite öncesi eğitim (okul öncesi-ilk-orta-lise)

- Üniversite öncesi eğitim neyi hedeflemeli ve nasıl bir program uygulanmalı?
- Uzmanlığınız dahilinde sizce uygun eğitim yöntemleri neler olmalı?
- Eğitim mekanları/ortamları nasıl olmalı ne tür donanımlar yer almalı?
- Meslek liselerinin eğitimi nasıl olmalı?

Üniversite Eğitimi

- Önümüzdeki birkaç onyıllık dönem için kilit teknolojilere ve dijital dönüşümün gereklerine uygun derslikler/laboratuvarlar/eğitim ortamı nasıl olmalı?
- Yetiştirilecek öğrencilerin yetkinlik ölçütleri neler olmalı?
- Bu dönüşüme uygun sanayideki personel istihdamı için üniversitelerin hangi bölümleri devreye girmeli ve hangi teknoloji alanlarında eğitim vermeli? (Yurtdışındaki ülkelerdeki bazı üniversitelerin lisans ve doktora programlarından örnek vermeniz mümkün müdür?)

Yaşam Boyu Eğitim

- Örnek olarak gösterebileceğiniz yurtdışında başarılı uygulamalar hangileridir?
- Hangi teknik yetkinlikler hangi eğitimlerle ve nasıl bir eğitim ortamında edinilmektedir?
- İstenen ölçütler ne olmalı ve yaşam boyu öğrenmede hangi yöntemler uygulanmalıdır?-

Nisan ve Mayıs aylarında Çerçeve Rapora ilişkin 19 kuruluştan katkı alınarak yol haritasının ilk sürümüne ilişkin rapor taslağının yazımına başlandı. Yol haritasına ilişkin raporun ilk versiyonunun Çalışma Grubu üyeleri ile paylaşılmasının ardından 20 Temmuz 2017 tarihinde Ankara’da gerçekleştirilen Değerlendirme ve Karar Çalıştayı ile hedeflere ulaşılması için gereken eylem önerileri belirlenmiştir. Toplam 34 katılımcı ile çalışmalar gerçekleştirildi. 34 katılımcının dağılımı şu şekildedir: Özel sektör : 5 (%15), işbirliği kuruluşu : 6 (%18), Üniversite :5 (%15), Kamu : 18 (%52). Çalıştaya özel sektör katılımının beklenenden az olması nedeniyle çalıştay sonrası çalıştaya katılamayan Çalışma Grubu Üyelerinin tamamına (67 kişi) ve ek olarak özel sektörden 24 kuruluş temsilcisine Çalıştay çıktıları üzerinden elektronik ortamda görüş ve önerileri sorulmuştur. Gelen öneriler ve Bakanlık tarafından iletilen yönlendirmeler mevcut çıktılara yansıtılarak eylem önerileri son haline getirilmiştir.

DURUM ANALİZİ

Çalışmanın Kapsamı

MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) tarafından yapılan hesaplara göre, farklılaşmış mesleki becerilerin varlığı, karmaşık ve dolayısıyla başarılı ekonomilerin hem sonucu hem de öncülüdür.

Bu çalışma, Yeni Sanayi Devriminde² özellikle üretim sektöründe gereksinim duyulan vasıflı/nitelikli işgücünün örgün ve yaygın eğitimlerinin, akademik ve mesleki öğrenimlerinin amaçları, gereksinimleri, programları ve uygulamaları ile ilişkilidir. Yanısıra küçük ve orta ölçekli firmaların Yeni Sanayi Devrimine uyumlu geçiş sağlayabilmeleri için mühendislerine, yönetici ve diğer çalışan kadrolarına, bu dönemin başarısında çok önemli olan mevzuatın hızlı ve uyumlu bir şekilde çıkarılıp uygulanabilmesi için kamu çalışanlarına yönelik eğitim gereksinimlerini de ele almaktadır.

Süreç olarak ilkokul öncesinden başlayarak, yaşam boyu öğrenmeye kadar giden farklı eğitim aşamalarını kapsamaktadır. İlköğretim, orta öğrenim ve meslek okulları, üniversite, özellikle imalat sanayinde çalışanların mesleki eğitimi, kamuda politika üreticilerinin ve uygulayıcılarının eğitimi gibi çeşitli alanlar irdelenmektedir.

Söz konusu eğitimler sonucu istenen düzey üç seviyede ele alınmıştır; Farkındalık Düzeyi, Kapasite Kullanma Düzeyi (Teknolojinin Kullanıcısı Olma Düzeyi), Temel Yetkinlikler Düzeyi (Teknolojiyi Üretim Düzeyi).

Bu bağlamda Yeni Sanayi Devriminde hangi teknolojilere ne ölçüde hakim olunacağı Sanayide Dijital Dönüşüm Platformundaki diğer çalışma gruplarının hazırlayacağı raporlarda daha detaylı olarak incelenecektir. Söz konusu teknolojiler bu raporda eğitimin geri planı olarak ele alınmıştır. Yine Yeni Sanayi Devriminin uygulamalarının hangi sektörlerde başlayacağı, ya da hangi sektörlerle öncelik verileceği Sanayide Dijital Dönüşüm Platformundaki diğer çalışma gruplarının konusudur. Ancak bu tercihlere bağlı eğitim çalışmalarının öncelikleri bu raporda ele alınacaktır.

² Yeni Sanayi Devriminden kastedilen 4. Sanayi Devrimidir.

Çalışmanın Gerekçesi

2030'lu yıllarda küresel ölçekte tüketilen malların 2015 yılına göre iki katına çıkması ve değerlerinin 64 trilyon Abd dolarına ulaşması beklenmektedir; bu durum ürün ve hizmet talebinde yaşanacak artışa işaret etmektedir. Almanya, ABD gibi ekonomisi imalat sanayinden de güç alan ülkeler söz konusu artıştan yüksek pazar payı alabilmek için tedbirler üretmek durumunda olduklarını düşünmektedirler. Üstelik ABD'de imalatın gelişmekte olan ülkelere kaydırılması veya Almanya'daki yaşanan nüfus gibi istihdamdaki ciddi sorunlar da yeni tedbirleri gündeme getirmektedir. Ülkelerin pazar paylarını saptamak amacıyla Almanya'da yapılan bir incelemenin sonucu Çin karşısında söz konusu ülkelerin giderek pazar paylarını yitirdiklerini göstermektedir. (Bkz. Tablo 1)

Tablo 1 Endüstriyel Ürün Satışları (Milyar€)

	2006	2011
AB27	550	620
Çin	170	580
ABD	280	280
Almanya	190	220
Rusya	10	15

Kaynak: VDMA (Makine Mühendisleri Endüstri Birliği)

Pazar paylarının kendileri açısından ortaya çıkan olumsuz durumu karşısında gelişmiş ülkeler “üretimde verimliliği yükseltmek” dolayısı ile “pazar payını yükseltmek” gibi hedeflerini yakalayabilmek için farklı adlar altında programlar oluşturmuşlardır. Örneğin, İngiltere 2014 yılında ilk sayısal eğitim programını başlatmıştır; İngiltere programını ‘Innovate UK’ adı altında toplamaktadır. Çin ‘Made in China 2025’ programında (2013) imalatla lider ülke olma hedefini vurgularken sayısal teknolojiler konusundaki yetkinliklerini artıracığını belirtmektedir. Ekonomilerini ve imalat sektörlerini güçlendirmek adına ABD ve Almanya ‘günümüz teknolojik devrimi’ni, diğer bir adlandırma ile ‘sayısal endüstrilerini destekleyecek teşebbüslerin finansmanında etkin roller almışlardır. ABD izlediği programı ‘Industrial Internet-Endüstriyel İnternet’ veya ‘Advanced Manufacturing Program – İleri Üretim Programı’ veya ‘SMMLC Smart Manufacturing Leadership Coalition – Akıllı Üretim Liderlik Koalisyonu’(2016) olarak adlandırmayı tercih ederken Almanya teşebbüsüne ‘Industry 4.0 –Endüstri 4.0’ adını koymuş (2013), Japonya bir adım ileriye giderek ‘Society 5.0 Plan-Toplum 5.0 Planı’ (2016-2020), Fransa ‘Alliance Industrie du Futur –Geleceğin Endüstri Birliği’ (2015) demiştir. Hiç şüphesiz bu programların dayanak noktası, diğer bir deyişle bu programları gerçekleştirecek araçlar, gelişen ‘**yıkıcı teknoloji**’lerdir. Bu teknolojilerin sunacağı **yenileşim** olanakları olmadan söz konusu programların uygulanması mümkün gözükmemektedir.

Yeni gelişmeler tartışma yaratan sosya ekonomik sonuçlarını; ekonomik dengelerin değişmesi, gelir dağılımındaki eşitsizlikler, işsizlik oranlarının artması, milliyetçi ve korumacı politikaların öne çıkması, sınırların güçlendirilmesi, ithalatın zorlaştırılması, yabancı ülkelerde üretim yapan şirketlerin ‘eve’ çağırılması, yabancı istihdamının zorlaştırılması gibi eğilimler/başlıklar altında toplamak olasıdır.

Yeni gelişmeler nedeniyle, yeni ekosistemler sayısal (dijital) ekonomide giderek önem kazanmaktadır. Yeni ilişkiler ve yetenekler yaratmak, dolayısı ile örgün ve yaygın eğitimi yeniden düzenlemek yeni

teknolojileri kullanmak ve yeniliği hızlandırmak için gerekli hale gelmektedir. Çarpıcı değişimlerden biri de iş modellerinde karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni durum, geçmişin 'kıtık ekonomisi' yöntemlerini, günümüz 'bolluk ekonomisi'³ yöntemlerine taşımaktadır.

Ortaklarının ve kurumların ekosisteminde işbirliği yapabilen şirketler, B2B ve B2C alanlarındaki tüketici gereksinimlerini karşılamak için yeni fırsatlar yaratmaktadır. Cihazların, uygulamaların, verilerin, ürünlerin ve hizmetlerin yeni yollarla birlikte çalışmasına olanak tanıyan teknik platformlar genel işletme stratejisinin temel bir parçası haline gelmektedir. Söz konusu yeni ekosistemde en önemli rolü imalat sektörü oynamaktadır.

"İmalat alanındaki büyümenin ülke ekonomilerine büyük katkısına karşın ülke ekonomileri büyüyüp zenginleştikçe GSYH içerisindeki payının artmasıyla tüketim de artmış, hizmet sektörü büyümüş ve imalat sektöründeki işler azalmış; dolayısı ile gelişmiş ve ilerlemiş ekonomilerde imalata atfedilen önem üretkenlik, verimlilik ve sürdürülebilirliği tetikleyen yenileşime doğru kaymıştır. Bu kayma, yeni müşteriler ve düşük maliyetli üretim sağlayan gelişmekte olan ülkeler ile küresel bir imalat ortamına önyak olmuştur."⁴ Ancak geline nokta güçlü ekonomiler, bilinçle kurgulanıp yaşanan çok nitelikli bir süreç, yani bilim-teknoloji-yenileşim sürecine yatırım yapmışlardır.

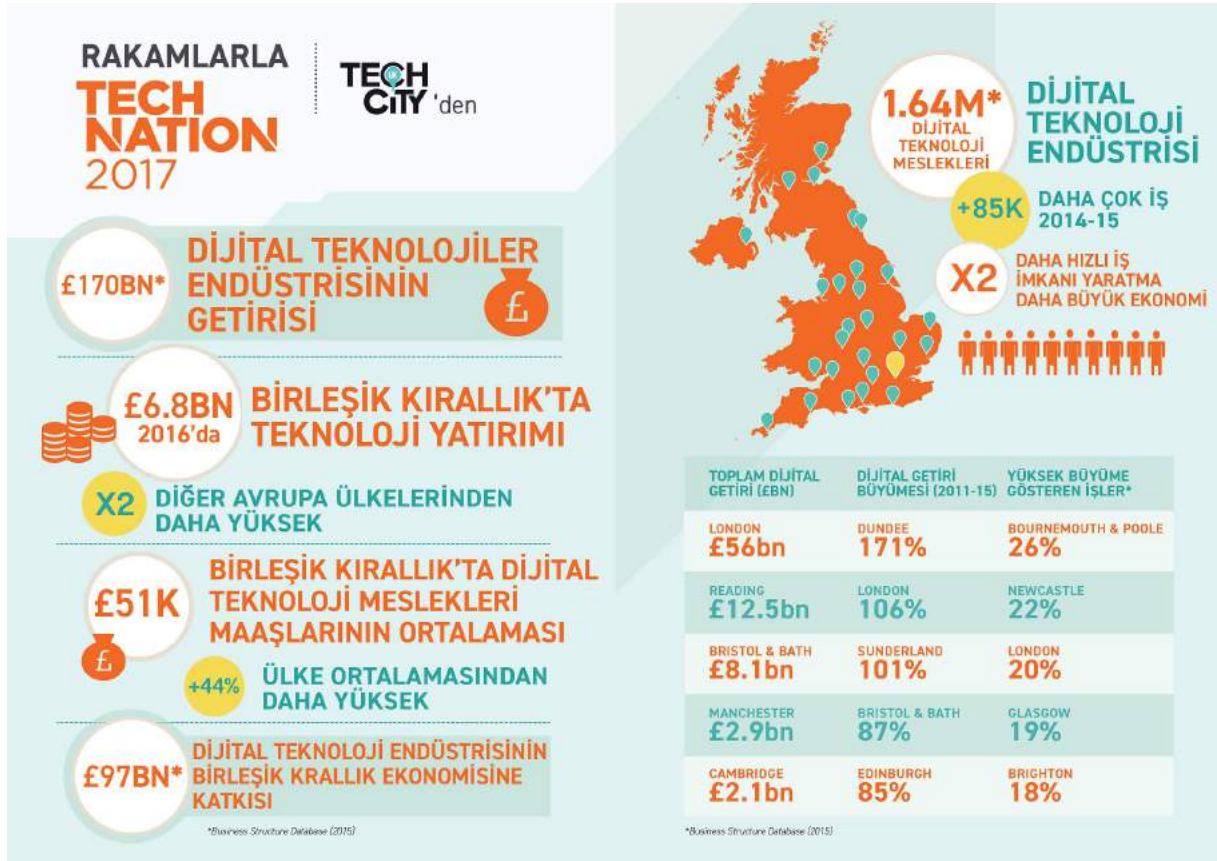
'4. Sanayi Devrimi' bu süreci geliştirenlere sunulan 'bir gelecek yörüngesidir veya bir armağandır'. İngiltere'nin sayısal teknolojilere dayalı sektörlerde Avrupa Birliği'nin üssü olma vizyonu sonucu ulaştığı durum Şekil.1'de görülmektedir. Sayısallaşma teknolojilerine odaklanılmasının geldiği aşamada toplam iş hacmi 170 Milyar£'dur (2015). 1,64 Milyon iş hacmi yaratılmıştır. 2015'de 2014'e göre 85.000 daha fazla iş hacmi yaratılmıştır. Bu ekonomik genişlemeden daha yüksektir.

Neticede yukarıda belirtilen, imalatın gelişmekte olan ülkelere kayma olgusu 4. Sanayi Devrimi süreci ile birlikte yeniden biçimlenecektir. Diğer bir deyişle 'yabancı ülkelerde üretim yapan şirketler eve çağrılmaktadır'. Bu durum Türkiye gibi imalatın kaydırıldığı ülkeleri de yakından etkileyecektir.

³ İngilizcesi 'economy of scarcity' ve 'abundant economy'

⁴ A World Economic Forum, 2012

Şekil.1 Bir Örnek Olarak İngiltere⁵ Verileri



Kaynak:TECHCITY (<http://www.techcityuk.com/>)

Türkiye’de konuşlanmış sanayilerin/sanayi firmalarının ‘dünya üretim değer zinciri’ndeki konumları ağırlıklı olarak imalat halkasıdır. Türkiye üretmeyi (imal etmeyi) bilmektedir; istenen niteliklere haiz, yani istenen kalitede, istenen sürelerde ve uygun maliyetlerle ürünlerini veya ara mallarını sunarak uluslararası pazarda rekabet üstünlüğü kazanabilmektedir. Her ne kadar bu durum özellikle büyük işletmeler için söz konusuysa da, KOBİ’lerin de bu yetkinliği kazanması için politikalar ve tedbirler üretilmektedir. Ancak bu Türkiye coğrafyasında ‘üretim teknolojilerine’ veya ‘imalat teknolojilerine’ hakim olduğu anlamına gelmemektedir. Hal böyleyken imalat teknolojilerindeki değişimler, onun biçimlendirdiği yeni ekosistem Türkiye imalat sektörünü doğrudan ilgilendirmekte, eğer süreci sağlıklı yakalayamaz ise negatif etkileneceği açıklıkla görülmektedir. Üstelik sayısal teknolojilerin değer yaratan en önemli özelliğinin yenileşim olması Türkiye için hem bir fırsatı hem bir tehditi çağrıştırmaktadır. Ancak alınan önlemlerle bir fırsat alanı oluşturulabileceği umudu beslenmektedir.

Söz konusu yeni teknolojilere dayalı imalat biçiminde nitelikli insan faktörü hem çok daha fazla öne çıkmakta, hem de yeniden biçimlenmektedir. “Gelecek nesil sanayi tasavvurunda başarı faktörü, ülkelerde bir ürün ve hizmetin doğumundan nihai tüketiciye kadar tüm değer zincirinde rol alan her kişi ve firmanın entelektüel bir şekilde sistemle bütünleştirilmesi ve uyumlandırılmalarının kalitesi ile

⁵ <http://technation.techcityuk.com/wp-content/uploads/2017/04/TNR2017-INFOGRAPHIC-V8.png>

ölçülecek, ayrıca kamu ile küçük ve orta ölçekteki işletmelerin bu sürece uyum hızı gelecekteki işbirlikleri ve yatırımlarda en önemli ölçüt olacaktır.”⁶

“Üretim sürecinde bir yerde bir hata meydana gelirse, bu hatanın nerede olduğunu bulmaya çalışmak büyük ölçüde çok daha karmaşık bir hal almaktadır. Günümüzde, sürekli olarak güncellenmesi veya değiştirilmesi gereken çok sayıda bilgisayar mühendisliği sistemi bulunmaktadır. Bu nedenle, personelin, gerekli adımları atabilmesi için bütün sistem bileşenlerinin bir arada nasıl uyum içinde çalışacağını anlaması gerekmektedir.”⁷

Dr. Reinhard’ın sözünü ettiği bu durum Türkiye’yi de yakından ilgilendirmektedir. Eğitim sistemimizi gözden geçirmemiz ve yeniden tasarlamamız için önemli bir gerekçe teşkil etmektedir. Dolayısı ile 4.Sanayi Devrimi’nin gereksindiği vasıflı iş gücünün nitelikleri, bu nitelikleri kazanmak için alınması gereken eğitimlerin programları ve eğitim ortamları üzerinde çalışmak zaruri hale gelmiştir.

⁶ Dr. Reinhard Pittschellis, Festo

⁷ ibid

Öne Çıkan İşlemsel Kavramlar

'Öne çıkan işlemsel kavramlar' başlığı altında seçilen bazı kavramların tanımları verilmiştir. Bununla yapılmak istenen; karmaşık ve birden çok disiplini içeren bir konunun ilgili tüm aktörleri tarafından doğru ve rahat anlaşılmasını ve aralarında bir dil birliği kurulmasını kolaylaştırmaktır. İzleyen bölümlerde, bu bölümde verilmeye çalışılan kavramlar ile bir kurgu yapılma çabasına gidilmeyecektir.

Sayısal Teknolojiler (Digital Technologies): Sayısallaştırılmış bilgiyi sağlayan, işleyen, kullanan ve muhafaza eden teknolojilerdir. Sayısallaştırılmış bilgi; 0 ve 1 basamaklarındaki kombinasyonların ikili kodunda kaydedilir. Sayısal teknolojiler, çok miktarda bilginin kolayca saklanıp taşınabilen küçük depolama aygıtlarında sıkıştırılmasını sağlarlar. Sayısallaştırma veri iletim hızlarını da artırmaktadır.

Bit ve Bayt (Byte): Bilgisayarlar elektronik devrelerden oluştuğundan ikili (binary) sayı sistemini kullanırlar. Bilgisayar bellek sistemindeki en küçük bellek birimi bit'tir. Bütün işlemler 2 adet rakam ile gerçekleştirilir; 0 ve 1 olarak. 4 Bit= nibble, 8 Bit = 1 Bayt veri alanı yapar. 8 bit, bir harf veya karakteri ifade etmektedir. 8 bitlik veri toplamı da 1 Bayt yapar. Başka bir deyişle, bir harf veya karakter 1 bayt yapar. Örn., 'A' harfi bit olarak 01000001 şeklinde yazılmaktadır.⁸

Yıkıcı (Bozucu) Teknolojiler: Hem gerçekten büyük ekonomik dönüşümlere, hem de aksamalara neden olabilecek teknolojilerdir. Yaşamı, işletmeyi ve küresel ekonomiyi dönüştüren bu teknolojiler, yeni ürünler ve hizmetler oluşturarak işletmeler için oyunu tamamen değiştirirler. Yıkıcı teknolojiler, eski bir hizmeti tamamen gereksiz hale getirebilir, ya da piyasada hiç olmayan bir ürünü veya hizmeti gerekli kılabılır.

4.Sanayi Devrimi: Üretim ortamındaki sayısal sistemlerin tamamen uyumlaştırıldığı ve bütünleştirildiği ve bu sistemler arasında gerçek zamanlı iletişimin mümkün olduğu ve üretim ortamının durumu hakkında toplanan istatistiklerle sistem üzerinden otonom kararlar alınabildiği üretim biçimi aşamasıdır.

MikroDevre/yonga(chip): Çok küçük olan ve birkaç bileşen veya eşdeğeriyle uygulanan tümleşik devrelerdir. İşlemciler aslında transistör denilen yarı iletken elemanların birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır.

Mikroişlemci(CPU): Mikroişlemci aritmetik ve mantıksal işlemler yapabilen ve bu işlemlerin sonucuna göre çalışmasını yönlendirebilen mikrodereledir.

MikroDenetleyici: Gömülü sistem olarak işlev göreceğ biçimde tasarlanmış tek bir tümleşik devredir. CPU, RAM, ROM, Girdi/Çıktı bağlantı noktaları ve zamanlayıcıları içermektedir. Mikroişlemci ve mikro denetleyicilerin %2'si bilgisayarlarda, geri kalan %98'i gömülü sistemlerde kullanılmaktadır.

MikroEyleyici (actuator) ve Mikro Eyleyici Denetimi (micro actuator control): Mekatronik ürünler, hareket için ihtiyaç duydukları gücü genelde elektriksel, hidrolik ve pnömatik eyleyicilerden alırlar. Örneğin robotlarda kullanılan eyleyiciler endüstriyel eyleyicilerin geliştirilmiş halleridir, robot eyleyicileri küçük boyutlarla büyük güç sağlayabilirler.

MEMs:⁹ Mikroelektro-mekanik sistemler günümüzde var olan mekanik ve elektrik sistemlerin entegre ve minyatürize versiyonları olup mikron boyutlarında olan bu sistemleri nanoelektromekanik sistemler vasıtası ile nanoteknoloji uygulamaları için de kullanmak da mümkündür.

Transistörler: Transistörler yan yana birleştirilmiş iki PN diyodundan oluşan, girişine uygulanan sinyali yükselterek akım ve gerilim kazancı sağlayan, gerektiğinde anahtarlama elemanı olarak

⁸http://www.bilgigunlugum.net/cprog/c_saysis.html

⁹ Minyatürleşme için bir örnek : "Tıbbi robotlar kapsamında kapsül boyutunda robotlar geliştiriyoruz, bu sayede örneğin kablolu endoskopi yerine kablesiz biçimde hiçbir riski olmadan insan vücudu içinde hareket edebilen, tıbbi görüntüleme yapabilen cihazlar geliştiriyoruz. 5-10 yıl içinde hasta uygulamalarına geçilmesi hedefleniyor." Prof. Dr. Metin Sitti, Max Planck Enstitüsü, HBT, 2017

kullanılan yarı iletken devre elemanlarıdır. Transistör kelimesi transfer ve rezistans kelimelerinin birleşiminden doğmuştur.

Radyo Dalgaları (RF): Tel gibi somut bağlantılar kullanmadan, atmosfer içerisinde veri taşınmasına olanak tanır. Radyo dalgalarını diğer elektromıknatıssal dalgalardan ayıran özellikleri görece olarak uzun dalgaboyları olmalarıdır. Örneğin Wifi radyo frekansı ile gerçekleşen elektromıknatıssal dalgalardır.

Duyargalar/Sensörler: Sensör, fiziksel ortamdan gelen belirli girdileri algılayan ve yanıt veren aygıttır. Söz konusu girdiler ışık, ısı, hareket, nem, basınç ya da çok sayıda çevresel fenomenden herhangi biri olabilir. Çıktı genellikle, insan tarafından okunabilir olan, ağ üzerinden elektronik olarak iletebilen bir sinyaldir. Giderek daha küçük, daha ucuz, daha akıllı oluyorlar.

Çevrimdışı(offline), Çevrimiçi(online): Genellikle ağlarla ilişkili terimlerdir. Bir bilgisayarın veya iş istasyonunun ağda mevcut kaynakları kullanıp kullanmadığını açıklarlar. Özellikle, ağda bulunan işlem gücünün kullanılıp kullanılmadığını açıklarlar. Bilgisayar veya iş istasyonu ağın işlemci gücünü kullanıyorsa, çevrimiçi olduğu söylenir. Değilse, ancak fiziksel olarak bağlıysa, çevrimdışı olduğu söylenir. 'O2O' ise ticari bir kavramdır.

Algoritma: Belli bir problemi çözmek veya belirli bir amaca ulaşmak için tasarlanan yoldur. Matematikte ve bilgisayar biliminde bir işi yapmak için tanımlanan, bir başlangıç durumundan başladığında, açıkça belirlenmiş bir son durumunda sonlanan, sonlu işlemler kümesidir.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Makina ve cihazların başka makina ve cihazlarla donanım gömülü sensör ağı vasıyasıyla iletişim kurarak çeşitli işlevlerin otomatik olarak yerine getirilmesidir.

Siber-Fiziksel Sistemler(Cyber-physical Systems-CPS): Hesaplama algoritmaları ile fiziksel bileşenlerin bütünleşik olarak kullanıldığı mühendislik sistemleridir.

Akıllı Üretim (Cyber-Physical Production Systems-CPPS): CPS kullanılarak yapılan üretimdir.

Büyük Veri Analizi: Sayısallaşma her zamankinden çok daha fazla miktarda verinin 'yakalanıp' işlenmesini sağlamaktadır. Öyle ki, konu daha çok veri ile daha hassas ölçüm yapma formülünün ötesine geçmekte, yöntemleri değiştirmeye zorlamaktadır.

Blockchain (Dağıtık Kasa defteri): En kısa ifadesiyle şifrelenmiş işlem takibi sağlayan dağıtık bir veri tabanıdır. Aracısız her kullanıcı ağı bağlanabilmekte, yeni işlemler gönderebilmekte, işlemleri doğrulayabilmekte ve yeni bloklar oluşturabilmektedirler. Her bir bilginin bloklar halinde, gelişmiş şifreleme algoritmalarıyla, birbirine bağlanarak kaydedildiği bu dağıtık veri tabanı, bir merkeze bağlı olmaksızın işlem yapabilme imkânı sağlamaktadır. Böylece işlemler doğrudan alıcı ile satıcı arasında güvenli bir şekilde gerçekleşmektedir.

Cobotics: Kobotiks insanın biomekanik, robotik ve bilişsel teknolojilerle etkileşimini birleştiren bir teknoloji dalı olarak öngörülmektedir. Günlük hayatta insan ile ona yardımcı olacak programlanmış robot tarafından yakın işbirliği ile yapacağı işler üzerine yapılandırılmıştır.

Bilgi Teknolojileri Alt Yapı Kütüphanesi (Information Technology Infrastructure Library-ITIL): ITIL en iyi uygulamaların (best practices) ve deneyimlerin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuş bir kütüphanedir. Günümüzde kütüphaneden çok bilişim teknolojileri yönetim metodolojisi olarak kullanılmaktadır. ITIL'ı uygulayan firmalar BT servislerinde gözle görülür bir iyileşme elde etmişlerdir. Genelde bu iyileşmeler hizmet seviyesi kalitesinin yükselmesi, erişebiliriliğin artması, doğru kapasite planlamasının yapılarak maliyetlerin kontrol altına alınması vb.'leridir.



Yeni Yaka: IBM tarafından, her zaman dört yıllık üniversite eğitimi gerektirmeyen, bunun yerine siber güvenlik, veri bilimi, yapay zekâ, bulut ve benzeri alanlarda aranan becerileri kapsayan yeni kariyer tiplerini açıklamak için kullanılan bir terimdir.

Çapraz Yetkinlik: Belli bir uzmanlık alanından diğerine geçebilen, nasıl bilgisini içeren yöntemler, nasıl olduğunu bilmeyi içeren değer ve tutumlarla ilgili yetkinlikler setidir.

İkili Eğitim Sistemi: Gerek çıraklık eğitimlerinde, gerekse mesleki eğitim veren yüksekokullarda ikili sistem, teori ile uygulamanın bir arada verilmesi haline verilen isimdir. Eğitim planları ile eğitimlerin ağırlık noktaları ekonominin ihtiyaçlarına göre belirlenmekte, işletmelerde çıraklar uzmanlık alanlarına göre eğitilmekte ve uygulamaya yönelik çalışmalarla mezun edilmektedirler. Okullar ile ekonomi arasında gerçekleştirilen ortak projelerde, örneğin diploma projelerinde ya da firmalarda yapılan alıştırma çalışmaları kapsamındaki projelerde, elde edilen araştırma ve ilerleme sonuçları uygulamaya yönelik olarak değerlendirilmektedir. Bu kombinasyon Avrupa ülkelerinde en başta da Almanya ve Avusturya’da uygulanmaktadır.

FeTeMM (İng. STEM): Kuramsal bilginin alınıp teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile harmanlanarak katma değerli yenilikler yapılması için fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin entegre bir biçimde öğretilmesi yaklaşımı.

21. Yüzyıl Becerileri: İletişim, İşbirliği, Eleştirel Düşünme, Problem Çözme, Yaratıcılık, Yenilikçiliktir. Bunlara; Proje Tabanlı Çalışma, Bilgisayar Okuryazarlığı, İnternet Okuryazarlığı, Medya Okuryazarlığı, Kültürler Arası Beceriler, Bilimsel Düşünme, Tasarımsal Düşünme, İnisiyatif Kullanma ve Kendini Yönlendirme de katılabilir.

Ters-Yüz Sınıf Modeli (Flipped Classroom)¹⁰: Pedagojik bir modeldir. Bu modelde ders ve ödev klasik modeldekinin tamamen tersidir. Sınıfta geçen zaman egzersizlere, projelere veya tartışmalara ayrılmışken öğrenciler evde, sınıf oturumundan önce kısa video dersleri izlenmektedir. Öğretmen dersi yol gösterici (mentor) olarak, konuyu öğrencilerle tartışarak ve onları yönlendirerek işlemektedir.

Harmanlanmış Öğrenme (Blended Learning): Geleneksel eğitim metodunun çevrimiçi eğitim materyalleriyle zenginleştirilmesidir.

Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler (MOOC): 1990’lı yılların sonunda ortaya çıkan ve Massachusetts Institute of Technology-MIT tarafından öncülüğü yapılan ders malzemelerinin, videolarının, eğitsel kaynakların öğrenmeye hevesli ve bu kaynaklara ihtiyaç duyan herkes ile internet üzerinden paylaşıldığı Açık Ders Kaynakları girişimidir.

“Kişiye Özgü Öğretim Modeli (KÖM), Beceri Temelli Öğrenme (Motor Öğrenme), Tam Öğrenme (Ustalaşarak Öğrenme), Öğrenmeyi Öğrenme, İşe Giriş Yetkinliği, Teknoloji Okur Yazarlığı/ICT Okur Yazarlığı” gibi kavramlarla bu kavramlar topluluğu zenginleştirilebilir.

¹⁰ <http://flippedclass.com/learntoflip/flipped-class-101/>

Çalışmanın Yöntemi (Metodoloji)

4.Sanayi Devriminin hızlı bir şekilde iş gücünün kalitesindeki değişimlere ilişkin yeni bir boyut getirdiği de giderek daha belirgin bir hale gelmektedir. Bundan ötürü bazı şirketler şu anda ani ve büyük bir değişim sürecindedirler veya bu sürecin ön hazırlıklarını yapmaktadırlar. Söz konusu şirketlerin ve kamunun gerekli 'iş nitelikleri'ne ilişkin sistematik bir izleme sürdürmeleri, mevcut üretim deneyim birikimlerini heba etmeden söz konusu kapsamla uyumlandırımları, ve çözümler geliştirmeleri son derece önemlidir. Bu nedenle çalışma esnasında hem konuyla ilgili aktörlerin görüş ve önerilerine başvurulmuş hem de mümkün olduğu kadar Türkiye'den örnek toplanmaya çalışılmıştır.

Çalışma esnasında öncelikli olarak bu doğrultuda yapılan bilimsel çalışmalar ve tartışmaları içeren raporlar (Bkz. Kaynaklar) ele alınarak; değişimin parametreleri, bu değişimin dünya ve Türkiye'nin özellikle imalat sanayiini nasıl etkileyeceği, değişimin gerekli kıldığı işgücü yetilerinin ne olması gerektiği incelenmiştir. Söz konusu yeni kavramlar ve onların ördüğü yeni sanayi yapısının mevcut sistemle bağları, mevcut sistemdeki yeni sanayinin ipuçları bulunmaya çalışılmış ve bu yeni yapıların hangi teknoloji alanları ve hangi sektörel alanlarda öncelikle zuhur edeceği veya etmekte olduğu gözden geçirilmiştir. Söz konusu çalışmalarda görülmektedir ki sanayiden sosyal yaşama kadar etkili bu yeni dönemin gerektirdiği insan malzemesinin çeşitli alanlarda tanımları yapılmaktadır, bu bağlamda eğitim gereksinimleri belirlenmektedir. Eğitim gereksinimleri ilköğrenim, orta öğrenim, üniversite, meslek içi eğitim, yaşam boyu öğretim kapsamında ele alınmakla beraber üzerinde ağırlıklı durulan seviye orta öğrenim ve yüksek öğrenim mesleki eğitimi, üniversite eğitimi, meslek içi eğitim ve yaşam boyu öğrenmedir.

Bu çalışmaya paralel olarak çeşitli sorular hazırlanarak (Bkz. Ek-4) ilgili kurum, kuruluş ve kişilere söz konusu sorular yönlendirilmiş ve gelen yanıtlar konsolide edilerek Türkiye'nin ilgili eğitim sorunları ve çözümleri özetlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan etkinlikler çalıştaylarla (arama çalıştayları) desteklenerek, elde edilen sonuçların Karar Çalıştayında Stratejik hedefler ele alınıp irdelenerek bunlarla ilgili iş adımları tanımlanmıştır.

Çalışmanın Uygulama Araçları:

- Masa başı çalışmaları,
- Uzman Görüşlerinin alınması,
- İlgili Kurumlardan Veri İstenmesi ve Görüş Alınması,
- sddecg@ttgv.org.tr Çalışma Grubu Üyelerine sorulması,
- Arama ve Karar Çalıştayları'dır.

Teknolojik Gelişmeler

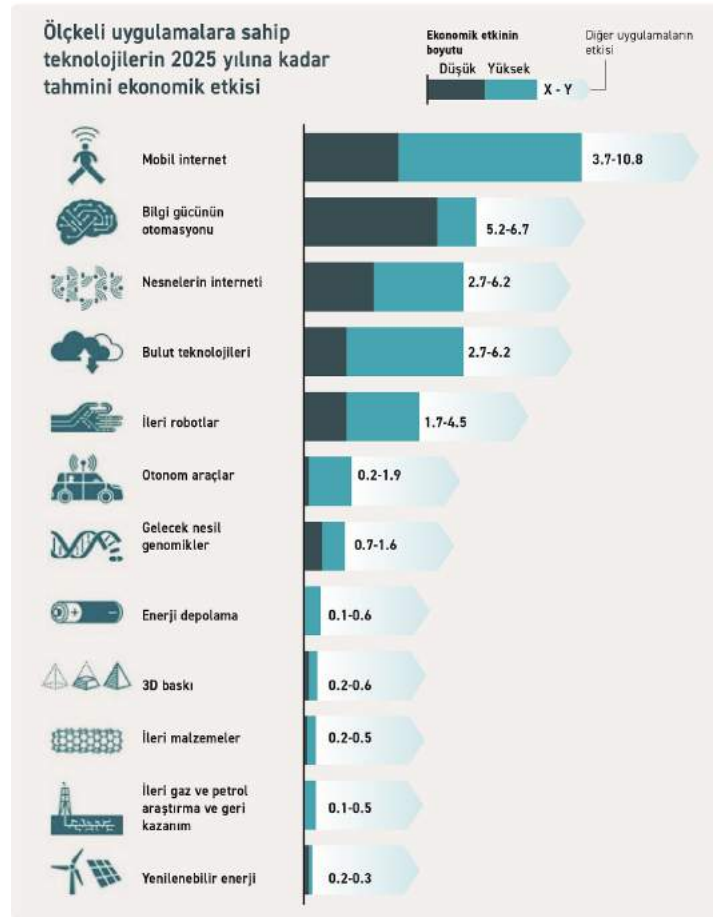
Gelişen Yıkıcı Teknolojiler

Günümüz dünyasında sıkça yıkıcı teknolojilerden söz edilmekte ve bunlarla ilgili raporlar düzenlenmektedir. Bu raporlarda söz konusu teknolojiler sonuçları, işlevleri, etkileri, jenerik düzeyleri gibi parametreler esas alınarak çeşitli biçimlerde sınıflandırılmaktadırlar. Geleceğin dünyasını biçimlendirecek olan bu teknolojilerin yaratacakları çok ciddi ekonomik büyüklükler öngörülebilmektedir (Bkz. Şekil 2) ama daha da önemli olan var olan bazı ekonomik varlıkları işlevsiz hale getirmeleri ve yerine yenilerini ikame etmeleridir.

Mc Kinsey raporuna göre yıkıcı teknolojiler;

1. Gelişmiş Robotlar, 2. Yeni Nesil Genom Bilimi, 3. Enerji Depolama Aygıtları, 4. Otonom (Sürücüsüz) Araçlar, 5. Eklemeli İmalat/3D Baskı, 6. Petrol/Doğalgaz Keşif ve Yeniden Kazanım Yöntemleri, 7. Gelişmiş Malzeme Teknolojileri, 8. Yenilenebilir Enerji, 9. Mobil İnternet, 10. Bilgi İşlem Otomasyonu, 11. Nesnelerin İnterneti, 12. Bulut Teknolojisi'dir¹¹.

Şekil 2 Teknolojilerin Hesaplanan Ekonomik Etkisi, 2025 (Trilyon\$)



Kaynak:McKinsey Global Institute Analysis

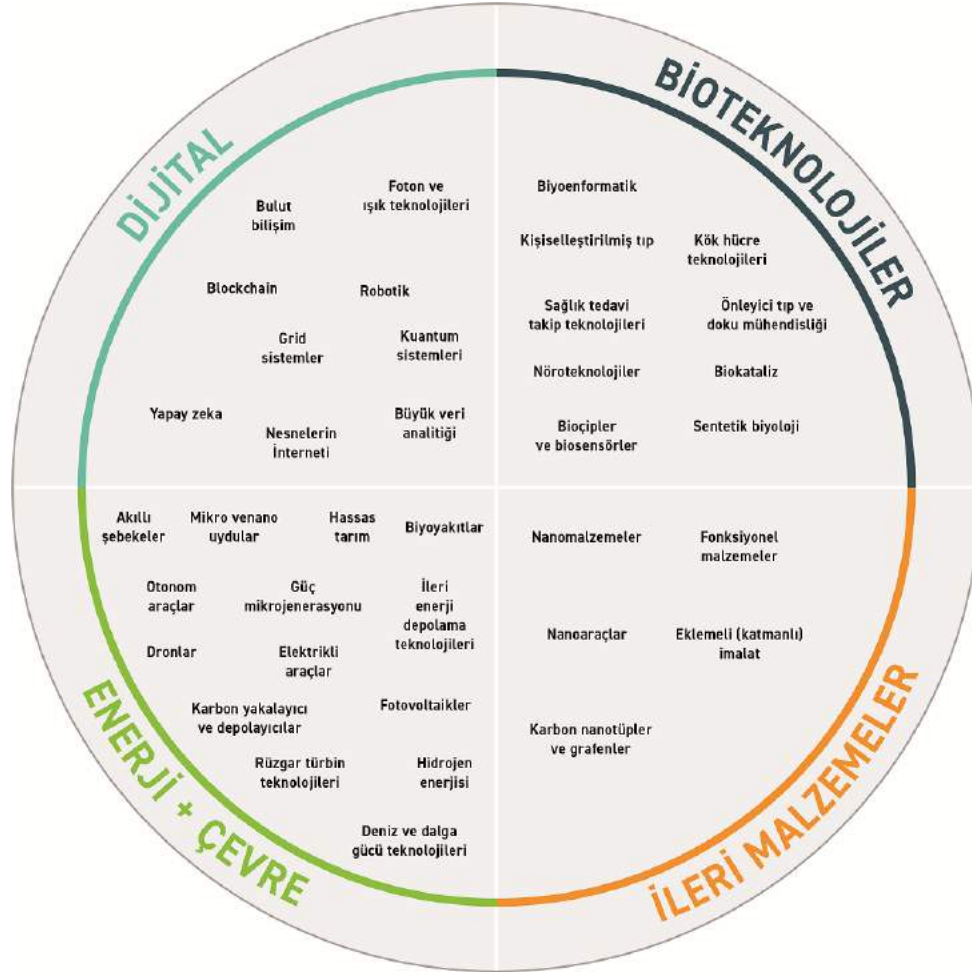
OECD'ye göre gelecek için uç veren kırk teknoloji söz konusudur, (Bkz. Şekil 3). Ancak bu kırk teknolojiden onu yıkıcı teknoloji olarak öne çıkmaktadır; 1. Blok Zinciri¹² (Dağıtık kasa defteri)-

¹¹ McKinsey Global Institute , 2013

¹² Verinin tüm bilgisayarlara dağıtılması

Blockchain, 2. Büyük Veri Analitiği- Big data analytics, 3. Yapay Zeka- Artificial Intelligence (AI), 4. Nesnelerin İnterneti- Internet of Things(IoT), 5. Nöro Teknolojiler-Neurotechnologies, 6. Sentetik Biyoloji-Synthetic-biology, 7. Nano Malzemeler-Nanomaterials, 8. Eklemeli İmalat-Additive Manufacturing, 9.Mikro ve Nano Uydular-Micro and Nano Satellites, 10. İleri Enerji Depolama Teknolojileri- Advanced Energy Storage Technologies¹³ dir.

Şekil 3 Gelecek için Uç Veren 40 Anahtar Teknoloji



Kaynak: OECD

Boston Consulting Group da 4.Sanayi Devrimini tetikleyen teknolojiler üzerinde durmaktadır, buna göre söz konusu teknolojiler; 1.Nesnelerin İnterneti, 2. Büyük Veri Analitiği, 3. Artırılmış Gerçeklik, 4. Akıllı ve İnsanla Beraber Çalışabilen Robotlar, 5. Bulut Bilişim, 6. Yatay ve Dikey Yazılım Bütünleşmesi, 7. Benzetim (Simülasyon), 8.Katmanlı İmalat, 9. Siber Güvenlik olarak öngörülmüştür.

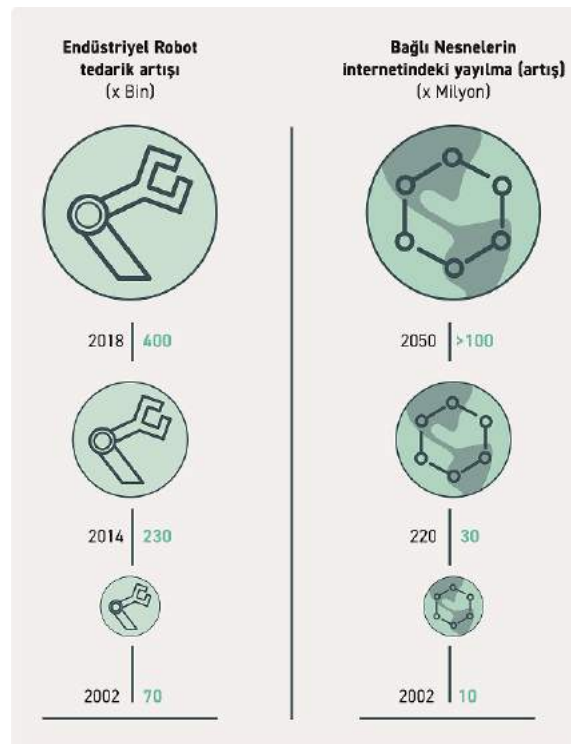
Çeşitli araştırma gruplarının yıkıcı teknolojiler ile ilgili sıralamalarındaki farklılıklara karşın sıralanan teknolojilerin pek çoğu çakışmaktadır veya bazı teknolojiler diğer başlıklar altında da içerilmektedir. Örneğin, Sistem Modelleme ve Benzetim'i, Yapay Zeka'yı ve Makina Öğrenmesi'ni rahatlıkla bu listeye eklemek mümkün gözükmemektedir.

Söz konusu teknolojilerin bazıları yeni olmamasına karşın minyatürleşme ile birlikte bilgi-işlem alanındaki üssel artış, bu teknolojileri genelde ve sanayideki kullanıma uygun hale getirmiştir. "Ortaya

¹³ OECD; Science, Technology and Innovation Outlook, 2016

çıkılmış olan sonsuz bilgi parçacıklarından bazılarını yaratıcı bir şekilde birleştirerek yepyeni bir ürün, fikir veya uygulama ortaya çıkartılabilmektedir. Örneğin, bilindik otomobil motoru, birçok algılayıcı (sensör), hızlı yongalar ve sayısal haritalar ile cadde bilgileri bir araya getirilince sürücüsüz otomobil ortaya çıkmaktadır. Her malumatın ve sürecin bitlerle ifade edilip sayısallaşması, hem bilginin dolaşım ve iletişim zamanını saniyelere indirerek yenileşim ve bilimsel gelişmeyi hızlandırmaktadır, hem de sayısal bir ürünü çoğaltmanın marjinal maliyetini sıfıra indirmektedir. Ayrıca bulut teknolojileri sayesinde yazılım sahibi olmak yerine, hatta veri merkezleri sayesinde donanım sahibi olmak yerine bunları kiralamak gibi seçenekler de ortaya çıkarmaktadır. Tüm bunların yıkıcı etkileri yaşamın ve iş dünyasının pek çok yerinde görülmektedir ve hızla devam ederek yaygınlaşmaktadır.”¹⁴ Örneğin, endüstriyel robotların yıllık tedarikinde beklenen artış ve nesnelerin internetindeki artan miktarlar aşağıdaki şekilde görülmektedir. (Bkz. Şekil4).

Şekil 4 Endüstriyel Robotlarda ve Nesnelerin İnternetindeki Artış



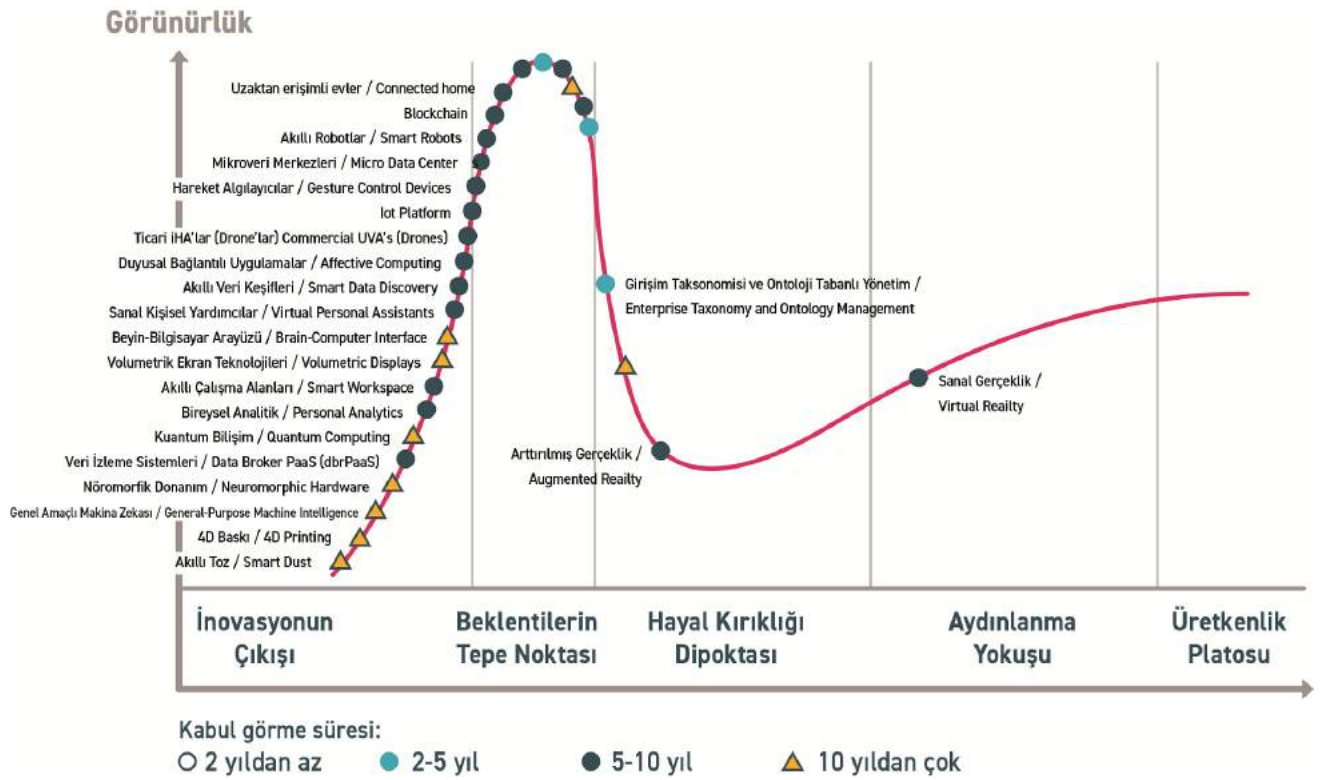
Kaynak: OECD¹⁵

Söz konusu yıkıcı teknolojilerin önemli bir bölümü; imalat teknolojilerini doğrudan etkilemektedir. Diğer bir deyişle yeni teknolojilerden en fazla etkilenen imalat sektörü olmaktadır. Her ne kadar sözü geçen teknolojilerin çoğu henüz verimli kullanım dönemine girmemişse de, (Bkz Şekil 5 - Hype Döngüsü), ‘Benzetim, Bulut Bilişim, Yatay ve Dikey Yazılım Bütünleşmesi’ verimli kullanım aşamasındadır. Nesnelerin İnterneti gibi bazı teknolojiler de güvenlik nedeniyle kullanılamamaktadır. Karmaşık algoritmaların güvenilirliği hala ciddi bir sorundur.

¹⁴ Prof Dr O.Çoşkunoglu, 2016

¹⁵ OECD; Science, Technology and Innovation Outlook, 2016

Şekil 5 Hype Döngüsü ve Uç Veren Teknolojiler, 2016



Kaynak: Gartner, 2016 Haziran

'İmalata dayalı büyük ekonomilerdeki imalatın ayrıcalıklı konumu' Ar-Ge çalışmalarının ($\cong$ %90) ve ithalatın ($\cong$ %70) çok büyük oranlarda imalattan kaynaklanmasındandır. İmalat sektörü yenileşim, üretkenlik, ticaret çalışmalarına büyük katkı koymaktadır. Sonuç olarak imalat teknolojilerindeki bu 'görülen ve beklenen' değişim yeni iş modellerini, kariyer şablonlarını, çalışma görevlerini, iş profillerini, müşteri ilişkilerini ve şirketlerin kendileriyle rekabet edebilirliğini de değiştirmektedir/değiştirecektir. İnsanlar ve makinaların gelecekte çok daha yakın bir şekilde birlikte çalışacağı; karmaşık disiplinler arası ve yazılım sürümlü işlerin artacağı; teknolojinin yerini alabileceği işlerin giderek azalacağı öngörülmektedir. Gelişim döngüleri daha kısa olacak, bilginin dinamik rolü büyüyecek ve bilginin yarı ömrü daha kısa olacaktır. Üretim ve gelişim daha da bireyselleşecek, üretim konuma daha az bağlı olacaktır. Hatta satış ve müşteri ilişkileri büyük ölçüde değişecektir. Küresel olarak dağıtılmış üretim ve hizmet ağlarındaki uluslararası iş bölümü sonuç olarak yoğunlaşacaktır.

Sanayi Devrimleri ve 4. Sanayi Devrimi

"Önceki dönemin endüstriyel olanaklarının radikal teknolojik gelişmelerin etkisiyle 'tahrip olması' ve yerlerini alan yenilikçi uygulamaların verimlilik, yönetim ve yapılanma, yeni işgücü konularında yeni çözümlerlere gerek duyması akademiyanın da katkısıyla bir modelleme gereksinimini ortaya çıkartmaktadır. Yeni devrimin modellenmesi, kodifiye olması yani açık bilgi haline dönüşmesi anlamına gelmektedir."¹⁶

Teknolojik gelişmelerin ulaştığı birikimli bir aşamada yeni bir sanayi devrimi ile kucaklaşılmaktadır. Geline aşamada 4.Sanayi Devriminden söz edilmektedir; ilk üç devrim sırasıyla buhar gücünün

¹⁶ Müfit Akyos, Güncem, Mayıs 2016

Üretimde kullanılması, elektriğin kitlesel üretimi sağlayacak biçimde kullanılması, bilişim ve elektronieğin üretimin otomatikleştirilmesinde kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Bugün gelinen aşama, Almanlar tarafından 'Endüstri 4.0' diye adlandırılmaktadır. Başka bir deyişle, artık durum modellenerek kodlanmaktadır.

Burada belirtmekte yarar görülen husus 3. ve 4. Sanayi Devrimi arasındaki geçirgenlik ve zamansal yakınlık nedeniyle süreklilik gibi gözüken bir halin neden bir devrim olarak kabul edildiğine açıklık getirilmesidir.

nc Sanayi Devrimi, yani imalatın evrimindeki üçüncü büyük sıçrama, fabrikaların sayısallaşmasını (dijitalleşmesini) sağlayan mikro denetleyicilerin keşfi olmuştur. nc Sanayi Devrimi yirminci yüzyılın ortalarında başlamış ve bu süreçte otomasyon ile mikro elektronik teknolojiler imalata entegre olmuştur. Transistörler, endüstriyel robotlar sayısallaşma ve bilgisayar teknolojilerinin icadı imalatın otomasyonunu sağlamış ve fabrikalarda çalışan işçilerin ihtiyaç duyduğu nitelik ve becerileri (bilgisayarlarla çalışma gereksinimi gibi) değiştirmiştir. Üretimdeki yetersizlikleri gidererek maksimum performansa ulaşmayı hedefleyen 6Σ ve yalın yönetim anlayışları fabrika ve montaj hatlarındaki işlerin gelişimini etkilemiştir. Planlama ve üretim süreçlerinin tüm imalat süreçlerini kontrol etmek amacıyla bilgisayarlara bütünleşmesi anlamına gelen bilgisayarlı tümleşik imalatın (CIM) keşfi de başka bir büyük sıçrama olmuştur. Otomasyonun imalat sanayinin her koluna yayılmasından ötürü çalışanların da daha esnek olması beklenir olmuştur. Halihazırda pek çok işçi, bilgisayarlı sayısal denetim (CNC) işlem merkezleri ile diğer endüstriyel otomasyon araçlarından yararlanmakta veya ürünleri bu araçlarla imal etmektedir. Robotlu boya ya da kaynak gibi otomatik üretim yöntemleri işçilerden ayrılmıştır, zira robotlar ortamdaki insan unsurunun varlığını algılayamadığından imalat hücreleri çalışanlar için fazlasıyla tehlikeli ortamlardır. Buna karşın, Dördüncü Sanayi Devriminde imalatın sayısallaşması, iletişim teknolojileri, tümleşik teknolojilerle, yeni entegre sistemler vasıtasıyla 'küçük miktarda bireyselleştirilmiş ürünler'in imalatına uygun fabrikaların ortaya çıkması mümkün hale gelmektedir. Kullanılan algılayıcılar/sensörlerin ucuzlaması ve kullanım sayılarının çok büyük rakamlara ulaşmasıyla imalat süreçlerinden daha fazla veri elde edilebilir ve bu veriler sayesinde optimizasyon amacıyla daha fazla veri toplanabilir ve analiz gerçekleştirilebilir duruma gelinmiştir/gelinmektedir. Işilerin robotlar veya makinalarla iletişiminin söz konusu olduğu ortamlarda işgücü için 'yardım sistem ve hizmetlerinin önemi giderek artmakta dolayısıyla analiz edilen veriler, fabrika işçilerinin daha akıllı kararlar vermesini ve süreçleri en uygun hale getirmesini sağlamaktadır/sağlayacaktır.

**Şekil 6 Veri, Hizmet e Nesnelerin İnternetindeki Gömülü Sistemlerin
Evrilmesine Örnek**



Tek başına çipli bir kart, kapalı bir gömülü sistemdir. Bu kart, POS teknolojisi ile birlikte bir ağ teknolojisi olur. Akıllı kavşak sistemleri ile birlikte bir siber fiziksel sistem olur. Bu CPS, diğer kent veri ve hizmetleri ile beraber, 'nesnelerin interneti' teknolojisini kullanarak akıllı kent denen CPPS ortaya çıkarır. Yanda basitleştirilmiş olarak gösterilen bu süreç bir I4.0 uygulaması olarak tanımlanabilir.¹⁷

Üçüncü Sanayi Devriminin bilgisayar temelli otomasyonu, tarihsel olarak açıklıkla tanımlı kurallara dayanan etkinlikleri içeren rutin görevlerle sınırlı kalırken; büyük veriler için kullanılan algoritmalar 'modeli/örüntüyü tanıma'ya dayalı alanlara hızlı bir şekilde girmekte ve çok çeşitli rutin olmayan bilişsel görevlerde emeğin yerine kolayca geçebilmektedir. İlave olarak, gelişmiş robotlar daha fazla maharet ve hüner kazanmakta, daha geniş kapsamlı manuel görevler gerçekleştirmeleri sağlanmaktadır.

Dördüncü Sanayi Devrimi'ndeki en büyük gelişmelerden bir tanesi **siber fiziki sistemlerin** (CPS) kullanımı olmaktadır/olacaktır. CPS, sensörler, makina parçaları ve montaj sistemleri de dahil sayısal iletişim ağları ile birbirlerine bağlanan etkileşimli parçalar ağıdır. Bu ağlardan edinilen veriler sanal olarak yansıtıldıktan sonra süreçler uzaktan kontrol edilebilecektir. CPS'ler tanım itibarıyla bir sistem olarak çalışmaktadırlar ve genellikle nesnelerin interneti (IoT) olarak bilinen sistemin bir parçasını teşkil etmektedirler. Nesnelerin interneti bir ağ vasıtasıyla iletişim kuran gömülü sistemlerden oluştuğundan konsept olarak CPS benzeri bir veri ve bilgi bulutu olarak ifade edilebilmektedir. Bununla birlikte, bileşenleri bağımsız olarak işlevselliğini koruduğundan ve CPS içermediğinden kapsam bakımından daha geniştir.¹⁸

Nesnelerin İnterneti kendisini organize edebilen akıllı birimlerin (internet hizmetleri gibi) ve sanal nesnelerin bağlam, şart ve ortama bağlı olarak (ortak veya tekil) amaçlarına göre birlikte veya tek başlarına çalışabildiği belirleyici olmayan ve açık bir ağa benzemektedir.

CPS'nin geliştirilmesi ile fabrikalardaki her bir birim, ağ üzerinde tanımlanan bir nesne haline gelmektedir/gelecektir. Makinalar birbirleriyle iletişim kuracak ve merkezi olmayan kontrol sistemleri üretim sıralamasını en uygun hale getirecektir. İmalat süreci küçük standart ve birleştirilebilir aşamalardan oluşurken her ürün imalat şemasında izleyeceği yolu bilecektir. Aynı imalat hattında birden fazla ürün olsa dahi makinalar imalat sürecindeki değişikliklere uyum sağlayacak şekilde esnek çalışma kabiliyetine sahip olacaktır. Çalışma ortamı, becerikli işgücünün imalat sürecini denetleyeceği kontrol veya izleme merkezlerine dönüşecektir. Ağa bağlı sistemler yetkili cihazlardan erişilebilen

¹⁷ GTAI-Germany Trade and Invest

¹⁸ Federal Ministry of Education and Research, 2013

şifrelenmiş hatlar üzerinden yönetilebileceği için bazı çalışanlar haftanın çoğu günü fabrikaya gelmeden mobil cihazlarıyla çalışabilecektir. Bu şekilde ürün geliştiriciler ile imalatta çalışan işçilerin görevleri birbirine yakınlaşacak, belki de birleşecektir.

Şekil 7. Yatay ve Dikey Bütünleşme (Entegrasyon)



Kaynak:VDI-Wissensforum Mühendislik Uluslararası Konferansı (<https://www.vdi-wissensforum.de/en/>)

Şekil.7’de 4. Sanayi Devrimi fabrikalarındaki gelişim ile dikey ve yatay entegrasyon ilkeleri gösterilmiştir. İmalatta planlama ve geliştirme işlerinin (birimlerinin) bir araya gelmesi dikey entegrasyon olarak adlandırılmaktadır. Ağ üzerinden gerçekleştirilen üretim ile tedarikçiler veya birimler arası bağlantılar ve bilgi-veri alışverişi artacak, böylelikle yatay entegrasyon adı verilen iletişim ve entegrasyon büyük önem kazanacaktır.

Sanal gerçeklik ve ses tanıma teknolojileri ile arttırılmış gerçekliğin kullanımı işlerin nasıl yapıldığını değiştirecektir. Örneğin, akıllı gözlüklerde gösterilen bilgi ve resimler sayesinde kullanıcılar iş esnasında talimat alabilecek ve kritik faaliyetleri gerçekleştirebilecektir. Robotlarla insanların herhangi bir bariyer olmaksızın doğrudan işbirliği yapabilmesi de bu bağlamda örnek gösterilebilir.

Ancak burada belirtilmesinde yarar görülen bir husus da rutin işlerin otomatikleştirilebileceği ve dolayısıyla değiştirilebilir olduğu anlayışıdır. Bu anlayışa karşın teknolojinin etkileşimli ve/veya analitik, koruyucu (verilerle ilgili) faaliyetlerde yer alması da zor gözükmemektedir.

GZFT Analizi

Bu bölümde hazırlanan analiz tabloları 4. Sanayi Devrimi ile gündeme gelen teknolojiler açısından ele alınmaya çalışılmış olup, bu dönüşümün eğitime olan yansımaları “Dünyadaki Durum” ve “Türkiye’deki Durum” bölümlerinde ele alınmaya çalışılmıştır. Bu analizde sunulan bilgilerin konu ile ilgili Çalışma Gruplarının çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmüş ve sunulmuştur.

GZFT (Dünya)

Güçlü Yanlar (Dünya)	Zayıf Yanlar (Dünya)
Yüksek hassasiyete ve kaliteye yol açan işlem ve süreç verimliliği	Bulut teknolojilerinde veri güvenliği zafiyeti
Güvenilirlik	Uygulama ve sürdürme maliyetinin yüksek olması ve karmaşık yapının zorlukları
Daha az insan müdahalesi	Tüm iş alanlarına uygulanamaz olması (örn. bazı sektörler, KOBİ’ler gibi)
Müşteri odaklılık	Düşük ‘el emeği’ gereksinimi
Enerji tasarrufu	Yeni ve karmaşık teknolojilerin yarattığı korku nedeniyle uygulanamaması
Yalın süreç ve kolay izleme	4. Sanayi Devrimi’nin başlangıç aşamasında olmasından duyulan korkular
Fırsatlar (Dünya)	Tehditler (Dünya)
Bilgi temelli endüstri ve Bilgi temelli merkezler	İşgücünün bu durumu düşük düzeyde benimsemesi
İmalatta esnekliğin anahtar unsur olmaya devam etmesi	Rakiplerin veri setlerini paylaşma konusunda sergiledikleri güvensizlik
Kadın işgücünün katılımı	Dış kaynak tehdidi

GZFT (Türkiye)

Güçlü Yanlar (Türkiye)	Zayıf Yanlar (Türkiye)
Yüksek hassasiyete ve kaliteye yol açan işlem ve süreç verimliliği	Uygulama ve sürdürme maliyetinin yüksek olması ve karmaşık yapının zorlukları
Enerji Tasarrufu	Türkiye’nin üretim teknolojilerine teknoloji geliştirme anlamında hakim olmaması
Türk Sanayinin üretme(imal etme) deneyimi	Türkiye’nin pazar yaratma becerisindeki zafiyetler
Türk Sanayinin bazı alanlarında sayısallaşmanın var olması	Bazı sektör gruplarında 4. Sanayi Devriminin ayırdına varılamamış olması
Fırsatlar (Türkiye)	Tehditler (Türkiye)
Sayısal teknolojilerin olası kıldığı ‘bolluk ekonomisi’	Toplumdaki farkındalığın yeterli düzeyde olmaması
Kadın işgücünün katılımı	İş kaybına yönelik güvensizlik ortamı
Gelen yıkıcı dönüşüme genç işgücünün daha kolay uyarlanması	Türkiye’deki işbirliği kültürünün etkin olmaması

Dijital Dönüşümün Temel Yetkinlikleri ve En Fazla Etkilenecek Meslekler, Sektörler

Yeni Sanayi Devrimi robotlarla insanların bir arada, her ikisinin de bir merkezi akıl yönetiminde çalıştığı bir sistem getirmektedir. Robotlar ve insanlar bir ağ üzerinde çalışacaklardır ama beklenmeyen bir durum ortaya çıktığında, insanın rolü önem kazanmaktadır. Bu nedenle Dünya Ekonomik Forumu'nun Geleceğin Meslekleri başlıklı raporunda üç temel beceriye sahip insanlara ihtiyaç duyulacağı açıkça belirtilmektedir; Karmaşık Problem Çözümü, Eleştirel Düşünce, Yaratıcılık (Bkz. Tablo 2)

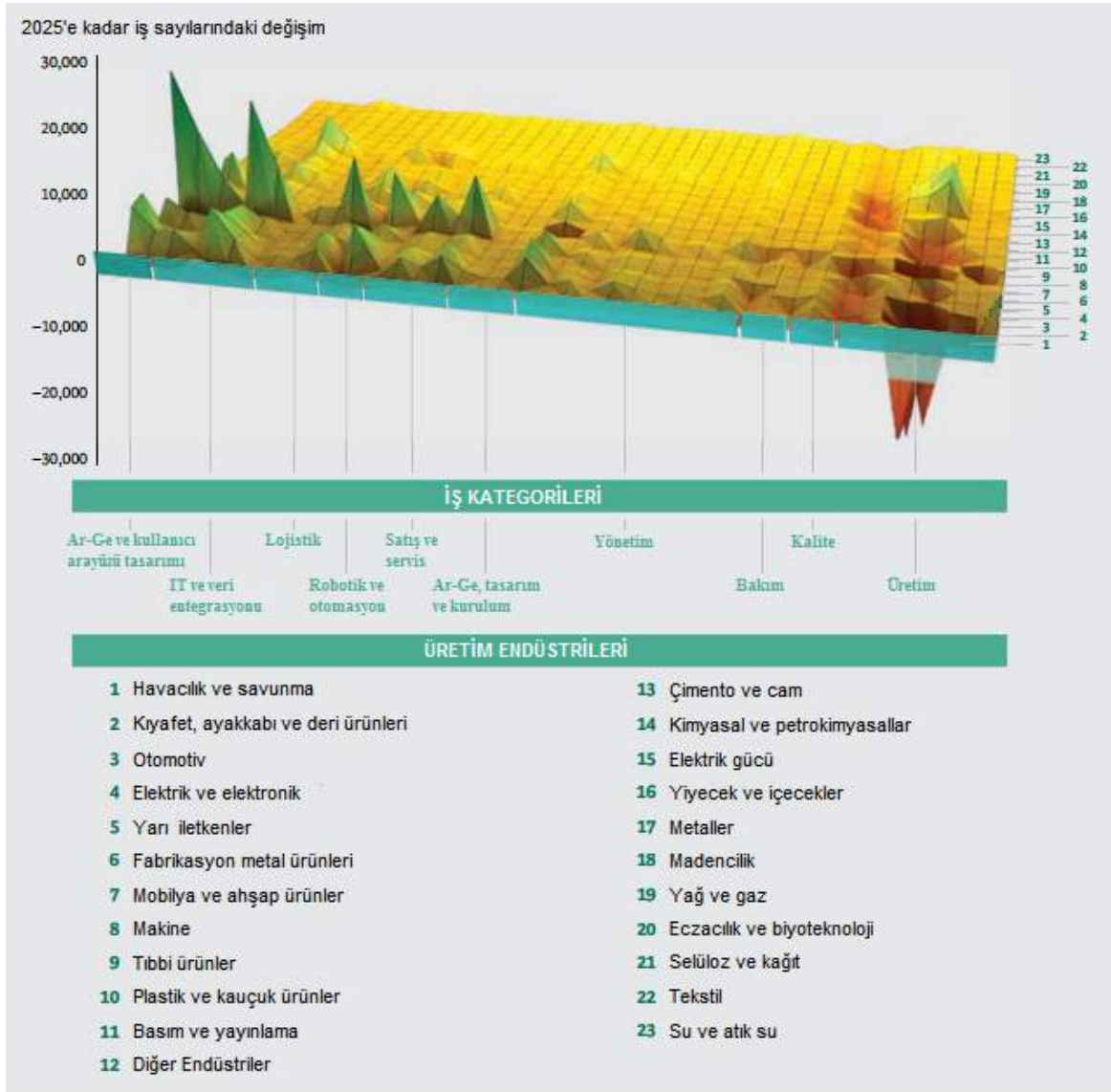
Karmaşık problem çözümü ve eleştirel düşünce, olayların farklı açılardan değerlendirme becerisine bağlı olarak gelişeceğinden, burada da yaratıcılığın bir ön gereklilik olarak ortaya çıkacağı söylenebilir. Dolayısı ile yaratıcılık, geleceğin becerilerinin temelini oluşturmaktadır.

Tablo.2: Çalışanlar için Gerekli Temel Yetkinlikler

Kabiliyetler (Yetiler)	Temel Beceriler	Çapraz İşlevsel Beceriler
Bilişsel Kabiliyetler: Bilişsel esneklik Yaratıcılık Mantıksal akıl yürütme Sorunu görme ve tanımlama Matematiksel akıl yürütme Gözünde canlandırma yetisi	İçeriksel Beceriler: Aktif öğrenme Sözlü ifade Okuduğunu anlama Yazılı ifade ICT okuryazarlığı	Sosyal Beceriler: Diğerlerini koordine etmek, Duygusal Zeka, İkna, Müzakere, Hizmete yönelimlilik Diğerlerine öğretme ve eğitme
Fiziksel Kabiliyetler: Fiziksel güç El becerisi ve hassasiyeti	Süreçsel Beceriler: Aktif Dinleme Eleştirel Düşünme Kendini ve başkalarını gözlemleme	Kaynak Yönetme Becerileri: Finansal kaynak yönetimi, Malzeme kaynaklarının yönetimi, İnsan kaynakları yönetimi, Zaman yönetimi
Kaynak: Dünya Ekonomik formu (WEF), 2016		Sistemsel Beceriler: Sistem Analizi Yargılama ve karar verme
		Teknik Beceriler: Ekipman bakım onarımı Ekipman kullanma ve kontrolü Programlama Kalite Kontrol Teknoloji ve kullanıcı deneyimi odaklı tasarım Sorun giderme

4.Sanayi Devriminden en fazla etkilenecek yüksek, orta ve düşük riskli meslekler arasında bilgisayarlaştırma (bilgisayar temelli otomasyon) olasılığına bağlı olarak ayırım yapılmaktadır, örneğin ABD’de mesleklerin %47’si yüksek risk altındadır. Risk altında olan meslekler; lojistik ve taşımada çalışanlar, ofis ve idari destek görevlileri, üretimde çalışanlardır. Hareketlilik ve beceri ile ilgili görevlerde insan emeğinin karşılaştırmalı üstünlüğü giderek azalmaktadır. Yapılan analizlerde ücretlerin ve eğitim seviyesinin bilgisayarlaşma ihtimaliyle güçlü ve ters ilişki sergilemekte olduğu görülmektedir. Bu durum, on dokuzuncu, yirminci ve yirmi birinci yüzyıl arasında sermayenin vasıflı işgücüne olan talebin derinleşmesinde bir süreksizlik olduğunun da göstergesidir. On dokuzuncu yüzyıl üretim teknolojileri, görevlerin basitleştirilmesi yoluyla vasıflı işçiliği büyük oranda değiştirirken yirminci yüzyılın ‘Bilgisayar Devrimi’ orta gelirli işlerde açığa neden olmaktadır. (Bkz Şekil 8)

Şekil.8 : 2025'e Kadar İş Büyümesinin Meslek ve Endüstri Gruplarına Göre Değişimi



Kaynak: BCG(Boston Consulting Group)

Yukarıdaki açıklamalara dayalı olarak 4. Sanayi Devrimi'nden, özellikle uzay ve savunma, otomotiv, kimya, elektronik, mühendislik ve inşaat, orman ürünleri, kağıt ve ambalaj, metaller, imalat sanayi, taşımacılık ve lojistik sektörlerinin en fazla etkileneği belirtilmektedir. Türkiye'de öncelikle etkilenecek sektörlerin:

- Otomotiv ve otomotiv yan sanayi
- Makina
- Beyaz eşya
- Gıda ve içecek
- Tekstil
- Kimya olacağı belirtilmektedir.

4.Sanayi Devriminde Eğitim – Sanayi İlişkisi

İşgücünün Farklılaşması

Değişime ayak uydurabilmek için şirketlerin ve çalışanların sayısallaşmanın gereksinimleriyle başa çıkmasının sağlanması kaçınılmaz gözükmektedir. Yeni iş nitelikleri, eğitim ve öğretim yoluyla karşılanacağından söz konusu eğitimlerin tanımlanan gereksinimlerle uyumlu biçimde hazırlanması gerekecektir. İş gücü ancak bu şekilde geleceği tam zamanında yakalayabilecektir. Örneğin;

- a) Tüm çalışanlardan programlama ve modelleme yapmayı öğrenmeleri beklenmemektedir. Ancak her koşulda ‘bilgi teknolojileri’ ve ‘veri yapıları’ hakkında bilgi sahibi olmaları istenmektedir ve bu mümkün görülmektedir.
- b) Üretim teknolojisi hakkında nasıl-bilgisine sahip olma durumunu terk etmeksizin, daha fazla ‘tanımlı vasıflara’ ve ‘veri işleme’ eğitimine gereksinim duyulmaktadır/duyulacaktır da.
- c) Giderek devredışı (*çevrimdışı*) ve devrede olan(*çevrimiçi*) öğeleri birbiriyle bağlamak daha fazla önem kazanmaktadır.
- d) Bir başka gereklilik de *algoritmaların* güç ve sınırlılıkları üzerine bilgi edinmeye ilişkindir. Bu, örneğin, nedensellik ile ilintisellik arasındaki farkın anlaşılmasını da içermektedir.
- e) ‘Verilerin korunması ve gizlilik’ konularında da çalışanların eğitilmesine gerek duyulmaktadır.

Yeni Sanayi Devrimi aynı zamanda bir tasarım meselesi olduğu için, tasarımcıların ve kullanıcıların katılımcı süreçler içinde birbirleriyle konuşması, geçmişte olduğundan çok daha fazla önem kazanmaktadır. Çalışanlar, olmasını şart koştukları şeyleri bilgisayar mühendislerine (geliştiricilerine) ifade edebilmeli ve kendi savunduklarını onlara anlatabilmelidirler. Aynı şekilde, araştırmacı ve sistem tasarımcılarının da işçilerin ve müşterilerin ihtiyaçlarını, eskisinden daha fazla, geliştirme sürecinin daha da erken aşamalarında, anlayıp öğrenmeye ve çalışmalarına katmaya ihtiyaçları vardır. Bu durum, bir yandan da ‘sayısal medya’ ile çalışabilme teknik becerisine sahip olma, iş süreçlerinde bu medya olanaklarından rasyonel ve verimli olarak yararlanabilme gibi esas olarak iletişim teknolojilerine bağlı becerileri, FeTeM (STEM) konularına yatkınlığı, sanal modelleme alanında yazılım becerilerine sahip olmayı, üretim süreci hakkında bilgi sahibi olup bunun sayısallaşma ile nasıl değiştiğini bilmeyi, malumat (information) karmaşıklığıyla ve veri idaresi sorunlarıyla baş edebilme kapasitesine sahip olmayı, temel istatistik bilgisiyle veri analizi ve yorumlama yapabilmeyi gerektirmektedir. Üstelik özyönetim ve özörgütlülük, iletişimsel, etkileşimli (interaktif) olma, problem çözme yetisine sahip olma, proje idaresi ve ‘karmaşık meseleleri görsel olarak kavrayabilme yeteneği’ gibi beceriler de önemlidir. Sistemli düşünmenin ve disiplinler arası işbirliği talebinin artacağı da açıkça görülmektedir.

Yukarıda sözü edilen gerekli bilgi ve becerilerle donanımlı olma hali, aslında yöneticilerin de gereksinimleridir. Yalnızca teknik disiplinler için değil, aynı zamanda ekonomi ve ‘öğretmen eğitimi’ vb. pek çok alanda da eğitimin kazandıracağı vasıflara ihtiyaç vardır. Gerçi bu konuda, eğitimle ilgili farklı tartışmalar da sürdürülmektedir; mühendislik ve yöneticilik düzlemleri için farklılaşmış bilgi ve beceri donanımları önerilmektedir. Karmaşıklığa, soyutlamaya ve problem çözmeye ilişkin ‘daha üst düzeyler’ için ‘daha farklı vasıflar’ aranmasının gereği dile getirilmektedir; örneğin, kendi başına harekete geçme, iletişim becerileri ve kendi başına örgütlenme özelliklerinin aranması gibi. Ancak

unutulmamalıdır ki, *işgücünün farklı düzeyleri arasındaki yetkinlikler soluklaşmaktadır. Bunun ötesinde, beşeri bilimler ve temel bilimler arasındaki ayrım da soluklaşmaktadır.*

Bir başka görüşe göre üretimde ‘üretim düşüncesinden tasarım düşüncesine doğru bir kayma’ yaşanmakta ve disiplinler arası düşünmenin, yaşam boyu ve kültürlerarası öğrenime istekli olmanın önemi daha da öne çıkmaktadır. Örneğin, mühendislik düzeyinde; mevcut ‘tüm’ bilginin düzenlenerek bilgilerin bir araya toplanıp yeni duruma adapte edilmesi [‘herşeyi’ bilmek ve bilgiyi dönüştürebilmek becerisi], fabrika tasarımında sanal aletlerin kullanılabilmesi, tasarım süreçlerinde disiplinler arası çalışabilme yeteneği önem kazanmaktadır.

Yeni Sanayi Devrimi için doğasını, kariyer biyografilerini, prosedürlerini ve organizasyonel yapıları değiştirmektedir. Hatta, niteliksiz, yarı nitelikli ve nitelikli işçiler, ustalar ve mühendisler arasındaki ayrımlar daha akışkan hale gelmektedir/gelecektir. İşyerinin konumunun tasarımı daha önemli hale gelmektedir. Sayısallaşmış işin yeni şekilleri, yeni değer yaratma ağlarında işbirliğine yönelik eyleme izin vermektedir. Bunun gelecekte ücretli istihdama birçok şekilde belirleyici bir etkisi olması da beklenmektedir. Bu değişimler için hazırlanan standartlar, bir taraftan şirketlerin rekabet edebilirliği, diğer taraftan çalışanların yaptıkları işin kalitesiyle ilgili motivasyon ve algılarıdır. Bu nedenle çalışma dünyasındaki değişimlerin, şirketlerde hali hazırda çalışanlar tarafından idare edilmesi ve şekillendirilmesi yararlı olmaktadır. Çünkü işyerlerindeki yeni işgücünün eğitimi için veya akademik çalışmalarda stajyerlerin eğitimini esas alarak kurgulanan, sürekli olarak gerçekleştirilen ‘ileri mesleki eğitim’ giderek önemini arttırmaktadır.

Yeni şekillerde karşımıza çıkan ve ‘bağımsızlığa’ sahip iş, sadece yeterlik ve niteliklerde değil ayrıca liderlik, değişim yönetimi, iş görevlerinin tasarımı ve çalışanların yönetime katılması konularında da şirketler, yöneticiler, çalışanlar ve çalışan temsilcileri için yeni soruları beraberinde getirmektedir. Yeni Sanayi Devrimi, aynı zamanda hem fırsatlar, hem de riskler taşımaktadır. Bir tarafta, çalışanlara daha fazla sorumluluğun verildiği kendi kendini yöneten ve hırslı işgücü için büyük sayılabilecek bir potansiyel sunmaktadır. Diğer tarafta, çalışanlar, işlerinin değerinin düştüğünü ya da, hatta işlerini kayb ettiklerini görerek bu gelişimin dışında bırakılma riski ile yüzyüze kalmaktadır. Yeni Sanayi Devrimi’nin sonuçlarının anlaşılmasının hala birçokları açısından zor olduğu ve bu yüzden korku yarattığı gözden kaçırılmamalıdır. Bu nedenle söz konusu korkuların, şirket içindeki pratik çalışma prosedürleri tarafından çürütölmeleri yararlı görölmektedir. Öte yandan geniş bir kitlenin bu yeni gelişimlerle ilgili bilgi sahibi olmadığı da gözlenmektedir. Onlar için gelecek daha da ürkütücü olabilecektir.

Yeni Sanayi Devrimi’nin; çalışanlar doğrudan bir fayda görebilirse, yenilik aktivitelerine karşı olumlu temel bir tavır geliştirebilirse ve çalışanlar şirketin başarısına katkıda bulunabilirse gerçekten başarılı olabileceği düşünülmektedir. Temel gereksinim; şeffaflık, bilgi, eğitim, kurum içi çözümlerin tasarımında paylaşım ve özellikle yeni sistemin uygulanması ve test edilmesindeki mesleki tatmin tarafından yaratılabilecek güvendir. Çalışanlar, yaratılan kişisel görünümle, kariyer gelişimi ve cazip iş yerlerine ilişkin beklentilerinin nasıl artabileceğiyle ve işlerinin ne kadar güvende olduğuyla ilgilenmektedir. Bu nedenle sayısal değişimin hem şirkete hem de çalışanlara faydası olması önem arz etmektedir.

Gereksinim Duyulan Çalışanın Vasıfları

“Küresel rekabet ve artan yüksek performans talebi ile söz konusu gelişmiş ülkeler üretkenliği güçlendiren teknoloji ve gelişmelere yatırım yapmışlardır ve yapmaya devam etmektedirler. Sanayi ile ilgili ürün ve süreçlerde ileri imalat teknolojilerinin benimsenmesi ile gelecekteki fabrikaların oldukça yenilikçi, gelişmiş ağılara sahip ve esnek olacağı açıktır. İleri robotbilim, eklemeli imalat ve sayısal üretim gibi yenilikçi teknolojiler, malumat (information) yönetimi ve akıllı platformlara verilen önemin artmasına ve büyük veri, nesnelerin internetinin kullanımına önayak olmaktadır. Bu durum ileri teknolojiye sahip imalat ortamlarında; i.) *yeni malzemeye*, ii.) *yeni makinaya*, iii.) özellikle de *‘malumat sahibi çalışan’* diyebileceğimiz *uzman nitelikli işgücüne* gereksinim doğuracaktır.”¹⁹

Sanayideki uzman kurumların belirttiği gibi, teknik yetkinlik talebi imalat sanayindeki yeni iş alanlarında daha nitelikli işgücü istenen bir süreci de doğurmaktadır. Gelişmiş imalat araçları ile sistemleri geliştirip kullanmak ve makinalar, tüketiciler ile küresel kaynaklardan gelen verileri incelemek üzere şirketlerin nitelikli iş gücüne ihtiyacı olmaktadır/olacaktır. Bunun sonucunda yeni süreçleri ve bilgi sistemlerini yönetebilen, süreçler arası alanlarda eğitimli ve vasıflı işgücüne duyulan ihtiyaç da artmaktadır/artacaktır.

4. Sanayi Devrimi nedeniyle iş ekipmanları, iş nesneleri ve iş örgütlenmesi açısından varolandan farklı *vasıflar (yeni vasıflar)* istenmektedir. Prof. Dr. Sabine Pfeiffer bunu dört boyutta ele almaktadır²⁰: (Bkz. Şekil 9-10)

- a) Üretimde Sosyal Medya Kullanımı; üretimde mobil web iletişimi
- b) Üretimde Veri Kullanımı; üretimin bütünleşmesi
- c) Yeni Kuşak Üretim; yeni üretim teknikleri (örneğin, işbaşında eğitim örgütlenmesinin esneklik kazanması gibi)
- d) Vücut ve Akıl Otomasyonu; Bedenlere ve bilgiye veri destekli erişim

Yeni Sanayi Devrimi bağlamında, iş ekipmanı, iş nesnesi ve iş organizasyonunun içerdiği değişiklikler sadece tanımlı (formel) yetkinlik gereksinimlerini etkilemekle kalmamaktadır. Bu durum çalışanların deneyimlerini ve varolan iş yapma kapasitelerini de içermektedir.

¹⁹ Siemens AG, 2013

²⁰ Effects On Vocational Education Training, Pfeiffer S.,2015

Şekil 9 4.Sanayi Devriminin Vasıflılık Açısından Geçerli Boyutlarının Toplu Değerlendirmesi

Özelliklere göre endüstri 4.0 boyutları		
Üretimde Sosyal Medya Kullanımı	Web 2.0 Tabletler	Web 2.0 teknolojilerinde yaşanan gelişmeler üretimin parçası haline gelmektedir. Sözelimi bireyler arasında iletişim amaçlı kullanılan web uygulamaları her türlü platformda ve akıllı telefonlarda da uygulanabilmektedir. Örneğin "doodle" uygulaması işyerlerinde vardiyaların koordinasyonunda veya bakım ekibinin web üzerinden tabletler kullanarak işlerinin organizasyonunda kullanılabilir.
Üretimde Veri Kullanımı	Siber fiziksel sistemler Nesnelerin interneti Büyük veri	Daha önce aralarında veri bağlantısı olmayan fiziksel nesneler, nitelik bakımından yeni veri bağlantıları ile kendi başına organize üretim yönetimi, bakımı ve tedarik yönetimi için hızlı bir şekilde potansiyel oluşturmaktadır.
Yeni Kuşak Üretim	2 kollu robotlar Hafif ve uyumlandırılmış robotlar 3D baskı teknolojileri	Üretim ve dağıtım/depolama konularındaki yeni otomasyon yaklaşımları hafif, çift yönlü hareket eder robot kolların, sensörlerle donatılmış veya artımlı teknolojilerle (3d baskı teknolojileri) entegre edilmiş robotların kullanımını gündeme getirmiştir.
Vücut ve Akıl Otomasyonu	Giyilebilir teknolojiler Büyük verinin yaşamsal alanlara girişi	Büyük veri ve akıllı algoritmalarla bağlantılı giyilebilir ve kendi başına sayabilme özelliğine sahip teknolojiler çalışanların yaşamsal fonksiyonlarını izleme ve kontrol etmeye hizmet etmektedir.

Şekil 10 4.Sanayi Devrimini Etkileyen Faktörler - Niteliklerin Gerekleri

	Katılım	Artış	Değişimin kapsamı		
	Tasarım süreci	↑ Karışıklık	İş anlamında	İşin amacı anlamında	Organizasyon yapısı anlamında
Üretimde Sosyal Medya Kullanımı	Sadece çalışanın ihtiyaçlarına göre şekillendirildiğinde verimlidir.	Günlük yaşamdan edinilen tanışıklık endeniyle görece problemsizdir. Bilginin kontrolü, şeffaflık, performans artışı sırasıyla önem kazanır.			
Üretimde Veri Kullanımı	Çalışanın teknik ve pratik bilgisinin girdisi şekillendirildiğinde mümkündür.	İşgücü kapasite-sindeki artış önemlidir ancak hayata geçirmekte zorluklar yaşanır.	Yıkıcı değişiklik söz konusudur. Çevrimiçi ve dış uygulamaların yapılabilirliği geleneksel verinin toplanması ve bağlantılandırılmasında artan bir ihtiyaç söz konusudur.		
Yeni Kuşak Üretim	2 kollu robotlar Hafif ve uyumlandırılmış robotlar 3 baskı teknolojileri	İşgücü kapasite-sindeki artış önemlidir ancak hayata geçirmekte zorluklar yaşanır.	Nitelikli iş gücü kullanılması durumunda adimsal makine kullanım yetkinlikleri edinilir.		Kısmi olarak süreçlerde yenilikler, müşterilere yaklaşımda değişiklikler, artan karmaşıklık düzeyi.
Vücut ve Akıl Otomasyonu	Çalışanın kendi yararına yeteneklerini güçlendirme ve hatalı kullanımlardan kaçınması durumunda gelişebilir.	Öngörülmemiş pratik bilgi tehlike arz eder. Yeni bilgi edinimi zordur.	Temel esaslara bağlıdır: insan gücüne ihtiyacın az olması durumunda ufak yeteneklere ihtiyaç vardır. Aksi takdirde sistematik bir şekilde yeteneklerin zayıflaması riski vardır.		

Kaynak: Sabine Pfeiffer,2015

Aranan vasıflar açısından; modern profesyonelliğin bir parçası olarak '**çapraz yetkinlik gereksinimleri**', değişimin teknik olgusuyla doğrudan bağlantılı olarak ortaya çıkan 'kalifikasyon koşulları'ndan daha etkin rol oynamaktadır. Buna hazırlık için yeni eğitim formatları, kalifikasyon

yöntemleri, eğitim düzeyleri önerilmektedir. Temel yetkinlikler, süreç yetkinlikleri ile ilgili eğitim formatları da tanımlanmaktadır. Bu yetkinliklerin bir alt kırılımı aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- a) Takım içinde çalışabilme yetkinliği yanısıra, disiplinler arası ve disiplinler üstü işbirliği yetkinliği,
- b) Soyutlama yetkinliği yanısıra soyut ile malzeme arasında bağ kurabilme (elle tutulan ile soyut arasında bağ kurabilme) yetkinliği,
- c) T bilgisi yanısıra algoritmanın sınırları hakkındaki bilgiye ve veri güvenliği riski hakkındaki bilgiye sahip olunması,
- d) Beklenmedik ile başa çıkabilme yeteneği yanısıra sistemli bir düşünme yetisine ve belirsizlik koşullarında güvenle hareket edebilme kapasitesine de sahip olunması,
- e) Tanımlı çerçeveler içerisinde doğaçlama yapabilme yetisi yanısıra yeniliğin yaratıcılığının da içerilmesi gerekmektedir. Bu kabiliyetler ‘donanım’ teknik bilgi ve yeteneklerin üzerine ‘yazılım’ bilgi ve yeteneklerin eklenmesi ya da icraatı da değildir, jenerik yetkinliklerin sorumluluğu ile geleceğin oluşturulmasıdır. Bunun için mevcut işgücü kapasitesinin Yeni Sanayi Devrimi’nin gelişimi için bir kaynak olarak tanınması ve faydalanılması ve katılım koşullarının oluşturulması anlamına gelmektedir.

Açıktır ki, ‘çapraz yetkinlik’ öğrenme mekanlarının ikiliğine de ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle vasıflı emeğin oluşturulmasında mesleki öğrenim de, örgün öğrenim de eşit biçimde önemli ve çekici hale getirilmektedir. Özellikle ABD ve Almanya kaynaklı tartışmalarda eğitimin niteliklerinin yanısıra ikili eğitim (sistemi)²¹ üzerinde durulmaktadır. Başlangıç aşamasından üniversiteye kadar gerçekleştirilen ‘mesleki öğretim ve eğitim’in küresel rekabette hemen hemen eşi görülmeyen bir konum arz ettiği kabul edilmektedir. Örneğin, Alman özel sektöründeki idarecilerin yarısından fazlası ikili mesleki eğitimi tamamlamış kişilerden oluşmaktadır. İmalat endüstrisinde, özellikle de endüstriyel/teknik alanda, çalışanların vasıflılık yapısı içinde vasıflı işgücü geleneksel olarak kilit rol oynamaktadır. İşte bu noktada ikili sistem yaşamsal önemde bir yaratıcılık aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. *İkili sistem yaratıcı örgütlenme biçimlerine de olanak tanımaktadır.*

Rekabette ürün ve süreç yaratıcılığı kadar önemli olan ve önemi giderek artan bir faktör; *yenilikçi, yani esnek, katılımcı ve yalın örgütlenme* biçimleridir. Üretimde ne kadar çok mesleki eğitim almış vasıflı işçi bulunursa, yönetim düzeylerinin de o denli yalınlaşabileceği Almanya, İsviçre ve Fransa’da makina mühendisliği sektöründe yapılan karşılaştırmalı çalışmalarla teyit edilmiştir.

Yenilikçi ve hatta dinamik biçimde değişen çalışma hayatının hünerli çalışanlardan istediği karmaşıklığa kendinden emin ve sakin yaklaşımlarıdır. Bu da çalışanların geçmiş deneyimleri ile yakından ilgilidir. Dolayısı ile önemle üzerinde durulan konulardan biri de **tacrübenin** statik rutinler toplamı olarak değil; şeylerle, insanlarla, durumlarla başa çıkmanın özel bir yolu olarak kavranmasının gereğidir. Sayısallaşma ve otomasyon düzeyi yüksek olan iş ortamlarında dinamik deneyimsel bilgiye dayalı bu becerilerin/vasıfların, özellikle karmaşık ve kafa karıştıran iş durumlarında ve önceden beklenmeyen şeylerle/durumlarla başa çıkarken çok özel rol oynamasının son derece değerli bulunmasıdır. Bu bağlamda dile getirilen; teorik bilginin ‘çalışanların standardize olmuş süreçlerle ve değişmeyen, kendini tekrar eden gerekliliklerle baş etmesine yardımcı olduğudur. Oysa ki, tacrübenin öngörülme, kestirilmeyen durumlarla, iş basıncı altında bulunduğu zaman bile başa çıkılmasına, hatta ihtiyaç duyuluyorsa yeni ad hoc-amca özel hareket kalıplarının belirmesine yardımcı olduğudur. Deneyim, akademik niteliklere sahip olanlar için bile, yenileşimi besleyen önemli bir niteliktir.

²¹ İkili Eğitim Sistemi: Akademik ve mesleki eğitimin birlikte sürdürülmesi

Ar-Ge Departmanlarındaki yenileşime ilişkin projelerde teknik ya da bilimsel kökenli mesleki vasıflara sahip olan çalışanlar kadar prototiplerin yapımındaki, bunların sahada test edilip uygulanmasında çalışanlar, konstrüksiyondaki kadın-erkek tasarımcılar, ya da çeşitli uzmanlık alanlarındaki laboratuvar teknisyenlerinin de kilit rolü belirtilmektedir. Yaratıcı ürünlerin giderek artan ölçüde, geliştirmeden - bakıma kadar farklı mühendislik aşamalarının ve makina, elektrik, yazılım mühendisliği gibi farklı mühendislik alanlarının bilgilerine ihtiyaç duyduğunu, bunların her birine ürünün yaratılması sürecinde farklı sürelerde ve ağırlıklarda ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. Dolayısı ile günümüz ve geleceğin karmaşık ekonomilerinin mesleki vasıflara giden yolda farklılıklara gereksinimi bulunduğu söylenmelidir.

“Günümüzün ve geleceğin ‘kompleks/karmaşık ekonomileri’ için istenen mesleki vasıflılığa ulaşabilecek farklı yollar olduğu düşünülmektedir. Bu farklı yollara gereksinim duyulmaktadır. Ekonomilerin karmaşıklığı üstüne son yapılan araştırmalar, ihraç edilen ürünler ne denli farklı ise, ulusal ekonominin o denli karmaşıklaştığını ve mülkiyet hakları, düzenlemeler, altyapılar ve çok özgün vasıflılığa sahip işgücü gibi alınıp satılamaz varlıkların, yani başka bir deyişle, başka ülkelerce ithal edilemeyecek ya da kopyalanamayacak kaynakların o denli geniş bir alanı kapsayacağı gösterilmektedir. Karmaşık/kompleks ekonomilerin yeteneklerinin bir başka kilit göstergesi de, bir ürünün yapımında yer alan iş/meslek kategorilerinin sayısıdır ²²”

²² The Building Blocks of Economic Complexity; C. Hidalgo, R. Hausman; 2009

Özel Sektöre Yönelik İşletmelerde Uygulanabilecek İyi Uygulama Örnekleri

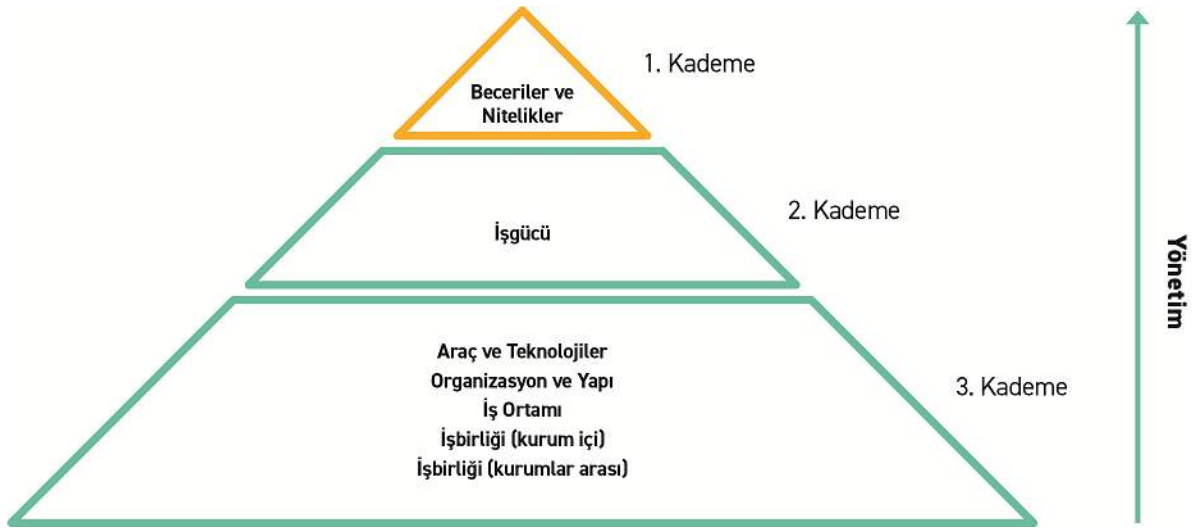
Geleceğin Fabrikasında Vasıflara ve Becerilere İlişkin Örnek Çalışma²³

Bu bölüm, ASME (Amerikan Makine Mühendisleri Birliği - American Society of Mechanical Engineers) ve VDI (Alman Mühendisleri Birliği - The Association of German Engineers) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan aktarılmıştır. Bu çalışmada ABD ve Almanya gibi imalat sanayinin güçlü olduğu ülkeler için geleceğin fabrikalarının nasıl olacağına dair bir vizyon geliştirilmeye çalışılmıştır. Açıkça görüldüğü üzere vasıflı işgücünün yaptığı işler gelecekte bugün fabrikalarda gözlemlenenden çok daha farklı olacaktır. Bu nedenle, vasıflı işgücünün ihtiyaç duyduğu nitelik ve beceriler de geleceğin fabrikalarının işleyişi bakımından farklılık arz edecektir. Doğaldır ki, bu çalışmanın Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerdeki uygulamaları ilave farklı çabaları da gerekli kılmaktadır.

Yöntem ve Yaklaşım

Geleceğin fabrikalarında çalışan işgücünün beceri ve vasıflarıyla ilgili önerilere temel teşkil etmesi için geliştirilen yöntem Şekil 11’de şemasal olarak gösterilmiştir.

Şekil 11 Geleceğin Fabrikalarındaki İşgücünün Nitelik Ve Becerilerinin Türetilmesine Yönelik Yöntem



Tavsiye edilen vasıf ve becerileri belirlemek için üç kademeli bir analizden yararlanılmıştır. Piramitte de görüldüğü üzere üçüncü kademe ikinci kademenin ikinci kademe ise birinci kademenin zeminini teşkil etmektedir. Zeminden itibaren belirtilen dört unsurun²⁴ insan faktörü üzerinde büyük etkiye sahip olacağı ve geleceğin fabrikalarını kökten değiştireceği düşünülmektedir:

- Araç ve Teknolojiler
- Organizasyon ve Yapı
- İş Ortamı
- Kurum İçi ve Kurumlar Arası İşbirliği

²³ Bu bölüm "Industry 4.0, A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective; ASME, VDI; 2016"dan alınmıştır

²⁴ Bu bağlamda, kurum içi ve kurumlar arası işbirliği tek bir unsur olarak incelenmiştir.

Bu noktada, *Araç ve Teknolojiler* vasıflı işgücünün kullanacağı ve işgücünü etkileyecek her türlü araç ve teknoloji anlamına gelmektedir. CNC tezgahlarının teknolojileri ile otomatik tornavidalar gibi günümüzdeki işçilerin fabrikalarda kullandığı araçlar bu başlık altında incelenebilir. *Organizasyon ve Yapı* vasıflı işgücünün çalışmalarını ifa ettiği kurumsal yapıyı ifade eder. Bunun için iş yerlerindeki veya ekiplerdeki farklı hiyerarşi seviyeleri örnek gösterilebilir. *İş Ortamı* vasıflı işgücü bu çevrede çalıştığından ötürü doğrudan üretimi etkileyen fiziki çevredir. Bu bağlamda makinalar, robotlar ve iş ortamını şekillendiren diğer şeyler gibi çalışma ortamındaki diğer üretim unsurları da incelenmektedir. *Kurum İçi ve Kurumlar Arası İşbirliği* vasıflı işgücünün fabrika içindeki ve dışındaki her türlü işbirliği ve iletişimi ifade etmektedir.

Söz konusu unsurlar 3. kademeye aittir ve vasıflı işgücünün yapacağı işler konusunda belirleyici role sahiptir. Hem bugün hem de gelecekte, fabrika çalışanlarının yaptığı işler bahsettiğimiz sahaların fonksiyonları arasındadır. Örneğin, günümüzde vasıflı işgücünün kullanabileceği mevcut araç ve teknolojiler ile fabrika çalışanlarının iş tanımları ve sorumlulukları vasıflı işgücünün planlama ve denetim gibi beceri gerektiren görevlerde ne dereceye kadar rol alacağını belirlemektedir.

İşler üçüncü katmandaki unsurlara göre biçimlenirler/türetilirler. Sonuçta 1. kademedeki vasıflı işgücünün nitelik ve becerileri mevcut işlerine göre belirlenirler /türetilirler.

Vasıflı işgücünün çalışmalarını etkili biçimde devam ettirebilmesi için gerekli olan beceri ve vasıflar belirgin olarak iş başındayken ortaya çıkan görevlerce belirlenmektedir. Bugünkü imalat ortamına benzer şekilde, gelecekte de işgücünün beceri ve vasıfları görevlerine uygun olmalıdır.

İkinci ve Üçüncü Kademeye ait Unsurların Geleceğin Fabrikasındaki Roller

Belirlenen yaklaşıma tanımlanan geleceğin fabrikaları için uygulanmıştır. Unutulmamalıdır ki, bu bağlamda çizilen tablonun gelecekteki ABD ve Almanya için geçerli olacağı düşünülmektedir. Çünkü iki ülke de, imalatı geliştirmek amacıyla siber fiziki sistemler ve nitelikli bir işgücü vasıtasıyla verileri etkin biçimde kullanabilen tamamıyla entegre, akıllı fabrikalar kurma yolunda çalışmalarını sürdürmektedir. Söz konusu durumun bir sonucu olarak imalat sektöründe gelecekteki işgücünün ihtiyaç duyacağı becerilerin belirlenmesinde iki ülke arasında herhangi bir fark olduğu düşünülmemektedir.

Gelecekte, analizin üçüncü kademesine ilişkin unsurlara dair beklentiler aşağıda kısaca açıklanmıştır. Çalışma kapsamında “gelecek” ifadesi hiçbir zaman belirli bir tarihe değil, ileri imalat fikrine atıfta bulunmaktadır.

Araç ve Teknolojiler

Vasıflı işgücünün kullanacağı teknoloji ve araçların bugünkülerden oldukça büyük farklılıklar göstereceği düşünülmektedir. Genel anlamda otomasyon, akıllı araçlar, makinalar ve teknoloji alanında gelişmeler gözlemlenecek ve bedensel güç gerektiren işler yapması gereken işçi talebi düşecektir. Tabletler, giyilebilir bilgisayarlı sistemler veya telefonlar gibi tüm akıllı cihazlar, işçilerin etkin biçimde çalışabilmesi için gerekli bilgileri ihtiyaç halinde veya sürekli sağlayacaktır. Nesnelerin İnterneti gibi teknolojilerle sayısal dünyaya tamamıyla bütünleşmiş fabrikalarda çalışanlar bu teknolojilerle desteklenen veri ve bilgileri analiz ederek üretim süreçlerine kumanda edip gözlemleyebilecektir. En uygun insan-makina arayüzlerine sahip akıllı destek sistemleri sayesinde çalışanlar, durum ne kadar karmaşık olursa olsun daha kısa sürede daha etkili kararlar verebilecektir. Bu esnada iş yerlerinin makina parkı yenileriyle değiştirilecektir.

Ortak çalışma kabiliyetine sahip robotlar iş ortamlarını insanlarla paylaşacak kadar akıllı ve hassas olacaktır. Bu robotlar, ergonomi vb. açılardan insan doğası için uygun olmayan durumlarda insanları destekleyecektir. Gelecekte robotlar kolaylıkla programlanabilecek ve imalata sorunsuz biçimde entegre edilebilecektir. Ayrıca, **'Otomatik Tanımlama'** gibi farklı teknolojiler sayesinde işgücü basit işlerle uğraşmaktan kurtulacak ve daha nitelikli işlere yoğunlaşabilecektir. Genel anlamda, makinalar, robotlar, malzemeler ve diğer cihazlar gelişerek ileri bilgi teknolojileriyle bu yeni ekosisteme entegre olacak ve sonuç olarak siber fiziki sistemlere dönüşeceklerdir.

Teknoloji seviyesindeki bu yükseliş, teknolojilerin ve akıllı araçların daha otomatik ve bağımsız olmaları insanları da etkileyecektir. Bununla beraber, *makinaların insanlar tarafından etkin kullanımı ve denetlenmesi hiçbir zaman olmadığı kadar önem kazanacaktır*. Geleceğin fabrikalarında gözlemlenecek durumlara ilişkin eğilimler akıllı telefonlar veya diğer cihazlar gibi halihazırda kullanılan bazı araç ve teknolojilerden yola çıkılarak da belirlenebilecektir.

Organizasyon ve Yapı

*"Tarihsel olarak teknoloji, sadece kuruluşlar kendisi için doğru ortamı sağladıklarında yüksek etkinlikte çalışabilir"*²⁵. Yani, kullanılan teknolojiler ile mevcut organizasyon ve yapı birbirlerine uygun olmalıdır. Buradan hareketle, kullanılan teknolojilerdeki büyük değişimlerin organizasyon ve yapı bakımından da büyük değişiklikleri tetikleyeceği, hatta tetiklemesi gerektiği çıkartılabilir. Gelecekte, yatay ve dikey entegrasyonun hakim olacağı, siber fiziki sistemler ile nesnelerin internetinin şekillendireceği geleceğin fabrikaları örgütlenmeleri açısından daha değişken ve esnek olurken bugünkü kadar merkezi veya belirleyici de olmayacaktır.

Farklı üretim alanlarının birbirlerine yaklaşması özellikle vasıflı işgücünü de etkileyecektir. Bilgi ve veri akışlarıyla çalışma kabiliyetine sahip çalışanların tek bir üretim alanına bağlı kalmasına gerek olmayacak. Üretim ile ilgili işler çalışanların beceri ve niteliklerine göre verilirken işçilerin akıllı cihazlardan edindikleri yeni deneyimler işler arasında rotasyon ve zenginleştirme imkanlarını belirgin oranda artıracaktır. Vasıflı işgücünün yaptığı işlerin, çalışanlar daha fazla sorumluluk ve karar verme gücüne kavuşacak şekilde zenginleşeceği düşünülmektedir. Üretim alanında çalışan işgücü, ortaya çıkan sorunların çözümüne odaklanmak üzere kısa ve uzun vadeli ekipler kuracaktır. Şirket veya kuruluşlar, üretim katındaki problemlerin tüm tarafların katılımıyla işbirliği halinde hiyerarşinin daha üst basamaklarına intikal etmeden çözüldüğü ekosistemi kuracaktır²⁶.

Vasıflı işgücü daha fazla karar verme gücüne kavuştuğunda kuruluş ve şirketler daha düz bir yapıya kavuşacaktır. Kendi karar verme güçlerinden kısmen vazgeçecekleri için bu durum sadece vasıflı çalışanları değil belki alt hiyerarşi basamaklarındaki mühendis ve yöneticileri de etkileyecektir.

İş Ortamı

Yakın geçmişe değin dışarıdan bakıldığında endüstriyel imalat dünyasının bir sürü erkeğin bedensel güç gerektiren işler için kullanıldığı, penceresiz, kirli ve karanlık yerler olduğu düşünülüyordu. Ancak bu görüşün biraz abartılı olduğunu söylemek gerek. Ayrıca, fabrikalarda gözlemlenen şartlar zaman içerisinde iyileşmiştir. Örneğin, fabrikalar artık daha temiz ve düzenlidir ve kadınlar artık imalat sektöründe yer almaktadır. Gelecekteki iş ortamı algısı da bundan tamamıyla farklı olacak. Gelecekteki çalışma ortamları Apple ve Google gibi bugünkü teknoloji şirketlerine benzer şekilde daha

²⁵ Bauernhansl, Hompel, Vogel-Heuser, 2014

²⁶ Bauernhansl, Hompel, Vogel-Heuser, 2014

açık ve yaratıcı ortamlar olacaktır. Genç mühendisler gelecekteki iş yerlerinin hem erkek, hem de kadın çalışanlar için uygun, temiz, aydınlık ve hoş yerler olacağını düşünmektedir.

Bu algının yanı sıra geleceğin iş ortamlarının vasıflı işgücünü etkileyeceğini de belirtmek gerekir.

Görece genelleştirilmiş nitelikler ve bilgi entegrasyonu sayesinde vasıflı işgücü vardiya veya çalışma günleri bakımından daha büyük esneklik kazanacaktır. Vardiya belirlenirken daha şeffaf süreçler benimsenecek ve bu şekilde işçilerin iş-yaşam dengesi iyileşecek ve planlama becerileri gelişecektir. Tüm vardiya boyunca işgücünün belirli bir imalat noktasında çalışmasını gereksiz kılacak teknolojiler sayesinde bugünkünden tamamıyla farklı vardiya biçimleri ortaya çıkacaktır. Bu teknolojilerle ev-ofis eğilimi de hızla yaygınlık kazanacaktır. Üretim alanında çalışan işgücünün ortak bir kumanda odasından, gelişmiş işbirliği ağları kurarak üretime ilişkin süreçleri kontrol edebileceği de düşünülmektedir. Ayrıca, işgücü bakımından da çalışma ortamı bugün olduğundan çok daha farklı olacaktır.

Çağdaş destek sistemleri sayesinde işgücü, kapsamı ne kadar karmaşık olursa olsun daha hızlı karar verme yeteneğine kavuşacaktır. Çalıştırma, programlama ve denetleme bakımından mükemmel sezgilere sahip yeni insan-makina ara yüzleri olan makina, robot ve araçlar da iş ortamına girecektir. Ergonomik bakımdan çalışma koşulları iyileştirecektir. Özellikle ergonomik şartları zayıf olan veya işçilerin yaratıcı becerileri ile düşünme kapasitelerini kullanmalarını gerektirmeyen işler imalat sektöründe çalışanlar için daha otomatik bir hal alacaktır.

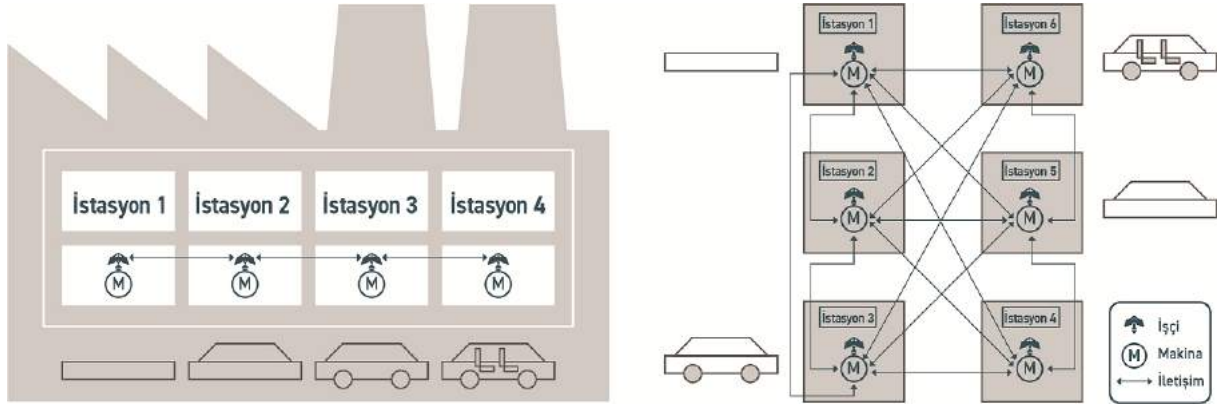
Kurum İçi ve Kurumlar Arası İşbirliği

Geleceğin fabrikalarında kurum içi veya kurumlar arası iletişim ile işbirliğinin önemi büyük oranda artacaktır. Yatay ve dikey entegrasyon ile diğer kurumsal değişikliklerle daha önce de belirtildiği üzere yaygınlaşacağı düşünülen ekip çalışması hem yatay ve dikey teşkilatlanma hem de değer zinciri bakımından doğrudan daha fazla işbirliği ve iletişimi tetikleyecektir. Ağ kurma ve bağlantılılık, yeni edüstri devriminin odak noktaları arasındadır. Gerçek zamanlı olarak iş arkadaşları veya iş yerindeki araçlarla iletişim kurmalarını sağlayan akıllı cihazları kullanan işgücü hiçbir engel olmaksızın birlikte çalışacak ve işbirliği yapacaktır. Bu çevrimiçi iletişim, fabrikalardaki işbirliği ve saydamlığı büyük oranda artırarak mevcut çevrimdışı iletişim sistemleriyle birlikte varlığını sürdürecektir.

İnternet, hemen her zaman küresel çapta kurulan sanal ortamlarda buluşma ve gerekli bilgilere ulaşma imkanı sağlamaktadır. Farklı atölyeler, seminerler ve eğitim çalışmaları 'siber uzay'da gerçekleştirilebilir. Bu şekilde gerçekleştirilen faaliyetlerin maliyetleri düşebileceği gibi katılım oranları da artar. İşgücünün **her türlü bilgiye anında ulaşabilmesi** sayesinde bilgi yönetimi kavramı da tamamıyla yeni bir boyut kazanacaktır. Mesela, dünyanın herhangi bir yerindeki üretim noktasında bir aksaklık meydana geldiğinde sorun çevrimiçi olarak bildirilebilecek ve birkaç saniye içerisinde üretim ağında aynı aksaklığı yaşayan diğer noktalara bağlanabilecek. Birbirlerine benzer aksaklıklar da ilgili cihazlara hemen iletdikten sonra aksaklıkların belirlenmesi ile çözülmesi için geçen zaman en aza indirilebilecektir.

Bu bağlantılılık çerçevesinde üretim ağları içerisindeki öğrenme eğrileri de büyük yükselişler gösterecektir. Ayrıca, geleceğin fabrikalarında çalışan işgücü sadece insanlar değil robotlar, makineler veya gerçek ürünlerin kendisi gibi nesnelerin internetine katılan yeni aktörlerle de iletişime geçecektir. Şekil 12'de iletişim örüntülerinde görülecek olan böylesi bir değişikliğin akıllı bir fabrikadaki otomotiv üretimini nasıl etkileyebileceği betimlenmiştir.

Şekil.12 Fabrikalarda Günümüzde (A) Gözlemlenen ve Gelecekte (B) Görülecek İletişim Örüntüleri.



Kaynak: Wehinger, 2014

Not: Üç ana kategori altındaki başlıklar arasında herhangi bir öncelik sıralaması yapılmamıştır. Tablo, çalışma kapsamında belirlenen en önemli nitelik ve becerileri göstermektedir. Liste tüm nitelik ve becerileri kapsayacak şekilde hazırlanmamıştır.

Tüm bu süreçler zincirinde işgücü ile makineler arasındaki iletişimin insanlar ve sistemler arasındaki çok yönlü bir iletişime doğru evrileceği düşünülmektedir. Böylelikle, bahsedilen bu yeni cihaz ve teknolojiler tümleşik ve bağlantılı bir iletişim ve işbirliğine önayak olacaktır.

Tartışılan bu ihtimaller hem kurum içi, hem de kurumlar arası işbirliği için geçerli olabilir. Özellikle kurumlararası iletişimin ne yönde gelişeceği bugün dahi gözlemlenebilir. Sayısal ve uzaktan bakım faaliyetlerinde hizmet sağlayıcılar aksaklıkları anında gidermek veya gerekli güncellemeleri yapmak için imalathanelerdeki robot ve sistemlere dışarıdan erişime sahiptir. Böylesi bir işbirliğinin yaygınlaşması için IT güvenliği teknolojilerinin ilerlemesi ve hatalardan arındırılması gerekmektedir. Bununla birlikte, fabrikalardaki verimlilik üzerindeki büyük etkisi nedeniyle kurumlar arası işbirliği büyük oranda artacaktır. Bunun yanı sıra, işbirliğine katılan kurum dışı tarafların sayısında da artış görülecektir. Örneğin, sayısal üretimin disiplinlerarası doğası nedeniyle araştırma kurumları, üniversiteler ve tedarik zincirinin dışındaki paydaşlarla daha fazla işbirliği yoluna gidilecektir.

Geleceğin Fabrikasındaki İşler

Geleceğin fabrikalarındaki işler yukarıda bahsedilen üçüncü basamağa ait faktörlerle şekillenecektir. Vasıflı işgücü, genel itibarıyla bugünküne kıyasla daha çeşitli işler yapacaktır. Çağdaş makina ve robotlar sağlıklı koşullarda gerçekleştirilen monoton işleri üstleneceğinden, sıkıcı veya ergonomik açıdan insan bedenini zorlayan işler ortadan kaldırılamasa bile mümkün olduğunca azalacaktır. Bunun bir sonucu olarak işgücü zamanlarını daha nitelikli işler için ayırabileceklerdir. Gelecekteki fabrikalarda üretim süreçleri sadece malzeme akışıyla değil bilgi akışıyla da ilerleyeceğinden yeni işler büyük oranda veri ve bilgi işleme faaliyetlerine dayanacaktır.

Tüm yeni nesil cihaz ve destek sistemlerini kullanan vasıflı işgücü için malumat ve veriler işlerinin temel bir parçası haline gelecektir. İşçilerin bu cihazlarla yapabilecekleri ve yapacakları işler miktar bakımından artış gösterecektir. Sadece tedarik zinciri ile kurum içi yatay ve dikey seviyelerde değil yeni destek sistemleriyle fiziki iş ortamında da ekip çalışması için esasını teşkil edecektir. Destek sistemlerinin çalışmaları, iş yükünü hafifletmesine rağmen nihai kararları veren ve son sözü söyleyen yine nitelikli işgücü olacaktır, zira yeni teknolojiler insanların yerine geçmeyecek, onlara yardımcı olacaktır. Bununla beraber, çalışanların yaptıkları işlerin ve verdikleri kararların kapsamı genişleyeceğinden teknolojinin desteği işin yadsınamaz bir parçası olacaktır.

Fabrikalarda sistemler, makinalar ve robotlar arasındaki etkileşim de kolaylaşacaktır. Yapay zeka sayesinde makinalar ile insanlar arasındaki iletişim ve işbirliği insanlar arası iletişime benzer bir hal alacaktır. İnsanlar, akıllı makinalarla sadece tuşlara basarak ve kolları kullanarak değil konuşarak ve hareketle de iletişim kurabilecektir. Bedensel güç gerektiren işler azalacak ve yapılan işler daha çok kontrol ve denetim faaliyeti içerecektir.

Dikey entegrasyon kapsamında, planlama işi üretim katındaki işçilerin sorumluluğunda olacak ve süreç iyileştirme ile atık azaltımı gibi görevlerde işgücü sanayi mühendislerine yardımcı olacaktır.

Geleceğin Fabrikalarındaki İşgücü İçin Önerilen Nitelik ve Beceriler

Geleceğin fabrikalarında analizin üçüncü katındaki unsurlardan doğan işler kapsamında fabrika çalışanları için çeşitli beceri ve nitelikler, vasıflar tavsiye edilebilir. Gelecekte daha belirgin şekilde öne çıkacak ve bugünün mevcut işgücünün sahip olduğu vasıf ve kabiliyetleri destekleyecek bazı nitelik ve beceriler vardır. Dördüncü Sanayi Devrimi ile imalat sanayinde Bilim ve Teknoloji alanında yaşanacak gelişmeler sonucu gözlemlenecek değişiklikler nedeniyle burada sıralanan nitelik ve beceriler geleceğin vasıflı çalışanları için önem kazanacaktır. Bununla birlikte, geleneksel biçimde ‘teknik çıraklık’ yoluyla edinilen temel malzeme veya metal işleme bilgisi gibi çekirdek nitelik ve beceriler vasıflı işgücü eğitimindeki merkezi rolünü koruyacaktır.

Belirlenen işler analiz edilerek geleceğin fabrikalarında çalışacak nitelikli işgücü için önem arz edecek bir ‘nitelik ve beceri listesi’ çıkartılması ve listelenen niteliklerin ve becerilerin önem bakımından farklılık sunabileceği düşünülmüştür.

Kullanılan yöntem aşağıda açıklanmıştır:

Nitelik ve beceri listesindeki önem sıralarının belirlenmesi ve yapılandırılması için ‘**MuShCo**’ tekniği benimsenmiştir²⁷. Bu yöntemle göre önem bakımından üç ayrı öncelik kategorisi belirlenmiştir: Zorunlu, gerekli ve olabilir. Mevcut aksaklıklara uygulamak üzere pek çok unsur ‘zorunlu, gerekli ve olabilir’ kategorilerine ayrılabilir ve geleceğin işgücünün sahip olması gereken beceri havuzu ile birleştirilebilir. Ayrıca, belirlenen beceriler de iki ayrı kategoriye ayrılmıştır: Teknik ve kişisel nitelik ve beceriler. Böylesi bir öncelik sıralamasında öncelik sorununu bertaraf etmek amacıyla nihai liste hazırlanırken çalışmayı yapan ekip üyelerinin yanı sıra ASME ve VDI’den farklı uzmanların görüşleri de alınmıştır. Çalışmanın sonucu Tablo 3’de gösterilmiştir.

Bu sonuçlara göre farklı teknik ve kişisel nitelik ve becerilerin gelecekte önem kazanacağı görülebilmektedir:

Teknik bakımdan, özellikle de IT’ye ilişkin nitelik ve beceriler yönünden malumat ve veri işleme analizi; kurumsal ve süreçlere yönelik anlama ve çağdaş ara yüzlerle çalışma ile etkileşime girme kabiliyeti geleceğin vasıflı işgücü için değer kazanacaktır. Malumat ve verilerin yaygınlığı ile işlere ilişkin farklı süreçlerin tümleşmesi nedeniyle çalışanların yönetim becerileri ile organizasyon, süreç ve kullanılan teknolojilere dair bilgilerini/anlamalarını geliştirmeleri gerekecektir. Ayrıca, çalışanların bir dereceye kadar IT ve veri güvenliğine dair duyarlı davranmaları da zorunlu bir hal alacaktır. Bilgisayar programlamacılığı, kod yazımı veya benzeri daha ileri teknik bilgiler, teknik beceriler zorunlu olmasa da işgücüne büyük faydalar sağlayacaktır. **Geleceğin fabrika çalışanları özel bir alanda uzmanlaşmak yerine genele yoğunlaşacaktır.**

²⁷ Maxwell, 2010

Bireysel seviyede vasıflı işgücünün nitelik ve becerilerinin, bugünün yönetici ve mühendislerinin 'kişisel eğitimleri' yönünde geliştirilmesi tavsiye edilebilir. Bir başka deyişle, sosyal beceriler, iletişim becerileri, ekip çalışması ve öz yönetim gibi mevcut yönetici ve mühendislerin bugün geliştirmeye çalıştıkları teknik olmayan beceriler gelecekte vasıflı işgücü için de büyük önem arz edecektir. Günümüzde fabrika işçileri genel olarak bu alanlarda herhangi bir eğitim görmez zira bu beceriler çoğunlukla işlerini yapmaları için gerekli değildir. Bununla birlikte, gelecekteki fabrikalarda sadece işgücü katında değil günlük işlerde de daha çok ekip çalışması ve iletişim ihtiyacı olacaktır. İşgücünün etkinlik ve sorumluluklarının artmasıyla beraber, öz yönetim ve genel anlamıyla yönetim becerileri ihtiyacı ön plana çıkacaktır. Bu teknolojiler kullanma kabiliyeti olmayan işgücü yüksek performans seviyelerine ulaşamayacağından **yeni teknoloji ve destek sistemlerine güven, geleceğin iş ortamında kaçınılmaz bir hal alacaktır.** Sürekli gelişim ve yaşam boyu öğrenmeye yatkınlık endüstriyel üretim alanındaki değişimler daha dinamik bir hal aldıkça değer kazanacaktır. (Bkz.Tablo.3)

Tablo 3 Geleceğin Fabrikalarında Çalışan İşçilerin Nitelik ve Becerileri

	Zorunlu...	Gerekli.	Olabilir.
	<i>Geleceğin nitelikli işgücünün beceri havuzu için...</i>		
Teknik N&B	Bilişim Teknolojileri (IT) bilgi ve becerileri	Bilgi yönetimi	Bilgisayar programlama ve kod yazımı
	Veri ve malumat(information) işleme ve analizi	Teknoloji ve örgütlenme hakkında disiplinler arası genel bilgi	Teknoloji hakkında uzmanlık bilgisi
	İstatistiki bilgi	İmalat faaliyetleri ve süreçleri hakkında uzmanlık bilgisi	Ergonomi hakkında farkındalık
	Kurumsal işleyiş ve süreçlere ilişkin anlama(kavrama)	IT güvenliğine ve verilerin korunması ile ilgili farkındalık	Hukuki işlere yönelik bilgi ve anlama
	Modern arayüzlerle etkileşime girme becerisi (insan-makina/insan-robot)		
Kişisel N&B	Öz yönetim ve zaman yönetimi	Yeni teknolojilere güvenme	
	Değişimlere ayak uydurma becerisi	Sürekli gelişim ve yaşam boyu öğrenmeye yatkınlık	
	Ekip çalışması becerileri		
	Sosyal beceriler		
	İletişim becerileri		

Geleceğin İmalat İşgücünün Nitelik ve Becerileri için Öneriler; İmalat Sektörünün Geleceği için Gerekli Hazırlıklar

Yukarıda, değinilen bulgulara dayanarak geleceğin fabrikalarında çalışacak işgücünde aranan kalite ve beceriler için çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Bu kısımda belirtilen öneriler vasıflı işgücünün ihtiyaç duyduğu kalite ve becerilere yöneliktir. Öğrenim hayatı üç ayrı başlıkta incelenmiştir. Bu bağlamda okulla başlayan eğitim hayatı kesintisiz meslek içi eğitimlerle devam etmektedir. Tablo 4’de belirtilen nitelik ve değerlendirme ölçütleri, Tablo 3’deki teknik ve kişisel nitelik ve becerilere göre oluşturmuştur. Tedbirler ve ölçütler ‘çok uygun’ ile uygun değil’ arasında değerlendirilmiştir. ‘Çok uygun’ olarak değerlendirilen bir başlık belirli bir nitelik veya becerinin oldukça etkin role sahip olduğu anlamına gelirken ‘uygun’ olarak nitelenen başlık, o nitelik veya becerinin orta etkinlikte olduğunu ifade etmektedir. ‘Uygun değil’ olarak değerlendirilen başlıklarsa, belirlenen nitelik veya beceri için gerekli değildir. Aşağıda belirtilen tavsiyeler vasıflı işgücünün eğitim veya nitelikleri hususunda belirli bir etkiye sahip taraflara (şirketler, hükümetler ve meslek odaları vs.) yönelik olarak hazırlanmıştır. Aşağıda seçilen çeşitli tavsiyeler (değerlendirmeler) ayrıntılandırılmıştır.

Tablo 4 Vasıflı İşgücünün Gerekli Nitelikleri Kazanması için Alınması Tavsiye Edilen Önlemler

		Teknik Yeterlik ve Beceri														Kişisel Nitelik ve Beceri						Değ.	
		IT bilgi ve becerileri	Veri ve enfemasyon (malumat) işleme analizi	İstatistik bilgisi	Örgütsel ve süreçsel anlama	Modern arayüzlerle etkileşime girme becerisi	Bilgi yönetimi	Disiplinler arası ve kapsamlı anlama	Uzmanlık bilgisi	IT güvenliği ve veri korumaya ilişkin farkındalık	Bilgisayar programlama ve kod yazımı	Teknoloji hakkında uzmanlık bilgisi	Ergonomi hakkında farkındalık	Yasal işleri anlama	Öz yönetim ve zaman yönetimi	Değişimlere ayak uydurma becerisi	Ekip çalışması becerileri	Sosyal beceriler	İletişim becerileri	Yeni teknolojilere güvenme	Gelişmeye yatkınlık		
Erken Eğitim	Zorunlu okul dersleri	○	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●						●	●	+	
	Okul stajı		●		○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	+	
	Yaz okuluna ilişkin girişimler	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	+	
	Gün içi gezileri				●			●		●		●								○	○		
Okuldan Çalışma Hayatına Geçiş	İmalat alanında 2 yıllık diploma	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+
	Mühendislik rehberlik programı	●			●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	Atölyeler	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+
	Staj	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	
	Mesleki Gelişim Dersleri	○	○	○	○		●	●						○	○	○	○	○	○	○	○	+	+
	MOOC	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○		
	Gün içi gezileri				●	○		○		○		●								○	○		
	Üniversite/Endüstri işbirliği	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+
Kesintisiz Meslek İçi Eğitim	MOOC	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	+	
	Atölyeler	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●	○	○	○	○	+	+
	Gün içi gezileri				○			○		○		○								○	○		
	Endüstri/Üniversite işbirliği	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	
	Birim sunumları				○		○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	Mesleki Gelişim Dersleri	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○ = Çok Uygun ● = Uygun ✖ = Uygun Değil	

○ = Çok Uygun ○ = Uygun × = Uygun Değil

Tavsiye edilen ölçüm kistaslarının belirlenen nitelik ve beceriye göre değerlendirilmesinin yanı sıra, çalışma kapsamındaki ölçümlerin, tavsiyelerin genel etkinliği de değerlendirilmiştir. Bu bağlamda,

yüzde yüz etkili olduğu belirlenen tedbirler tabloda sıralanan tüm nitelik ve beceriler için 'çok uygun' olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, tedbirler 'çok etkili' (toplam etkinliğin %70'den yüksek) ve 'etkili' (%70'den düşük, %50'den yüksek etkinlik) olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Aşağıdaki açıklama çok etkili ve etkili olarak değerlendirilen başlıklar temel alınarak hazırlanmıştır. Özellikle belirli nitelik ve beceriler için yararlı olan diğer tedbirlere dair açıklamalar kasıtlı olarak kısa tutulmuştur.²⁸

Geleceğin Fabrikalarındaki İşgücü için Eğitim

I. Aşama

Erken Öğrenim

Eğitimin erken aşamaları bireyler üzerinde büyük etkiye sahip olduğundan, imalat sektörünün mevcut şartlardan sıyrılıp gelecek vizyonuna uygun hale getirilmesi için öğrencilerin eğitim sisteminin erken safhalarında imalat sektörüne aşinalık kazanması elzemdir. Kesintisiz bir beceri zincirinin oluşturulması ve teşvik edilmesi için eğitimin erken aşamalarında imalat sanayine dikkat çekilmesi ihtiyacı aşikardır.

Zorunlu Okul Dersleri

Erken eğitimin temeli olarak zorunlu okul derslerinin hedeflere uyumlaştırılması tavsiye edilmektedir. Geleceğin fabrikalarındaki işlerin ifası için gerekli işgücünün rahatlıkla hazırlanmasında *FeTeMM (STEM)* derslerinin önemi giderek artmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve bilgi teknolojilerinin sunduğu yeni imkanlar sadece imalat sanayini değil tüm sektörleri etkileyeceğinden bu derslerin eğitimin erken aşamalarında zorunlu tutulması tüm toplumun yararına olacaktır. Bilgisayar bilimine ilişkin dersler veya sadece metin işleme bile bugün çoğunlukla seçmeli ders olarak okutulmaktadır. Bu derslerin okul müfredatının daha erken dönemlerine eklenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin iş hayatları ve kariyerleri bakımından okulda bu bilgi teknolojileri temelli dersler hakkında farkındalık kazanması da sağlanmalıdır.²⁹

Ayrıca, halihazırda üniversite seviyesinde bir dereceye kadar uygulanan okul stajları yaygınlaştırılmalı ve belirlenen nitelikler ile becerilere göre uyarlanmalıdır. Öğrencilerin seçtikleri alana aşina olmaları kariyerleri için seçtikleri alanda özel bilgi sahibi olmalarını ve değerli kişisel beceriler kazanmalarını sağlayacaktır. Kariyerlerine giden yolda staj yapma imkanı öğrencilerin öğrenme aşamasından iş hayatına girerken attıkları ilk adımdır. Stajyerliğin hem öğrenciler, hem de şirketler bakımından başarısı ortaya konmuştur. Bu nedenle imalat firmaları ile okullar arasında böylesi ortak stajyerlik programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Öğrenciler bu şekilde mevcut teknolojilere ilişkin nitelik ve becerileri kazanarak imalat ortamını tanıyabilir.

Yaz okulları ve okul gezileri

Yaz okulları ve benzer sınıf dışı faaliyetler yetenek zincirinin kurulmasını sağlayan diğer araçlardan bir tanesidir. Yaz okulu kavramı hali hazırda eğitim hayatının çeşitli aşamalarında mevcut bir

²⁸Seçilen değerlendirme yöntemine göre sadece belirli bir nitelik ve beceri yerine birden çok nitelik ve beceriye yönelik başlıklar daha büyük önem arz etmektedir.

²⁹Ayrıca, [U.S. 21st Century Workforce Commission, 2000] ABD temelli stratejiler geleceğin işgücünün gelişimi bakımından karşılaştırılmıştır.

uygulamadır. Eğitimin erken dönemlerinde genç öğrenciler için bilgisayar bilimlerine yoğunlaşan programların mevcut müfredata eklenmesi de tavsiye edilmektedir. Örneğin, öğrencilerin yeni teknolojilerden haberdar olması ve bilgisayar bilimlerine aşinalık kazanması için bir aylık kısa programlar geliştirilebilir. Bu programlar imalat tesislerine ya da bilim merkezlerine düzenlenen gezilerle desteklenebilir. Okul gezileri ile okul günleri dışında düzenlenen geziler yaz okulu programlarıyla birleştirilebilir. Bu gezilere katılan öğrenciler istihdam bakımından imalat sektörünün kendilerine neler sunabileceğini görme fırsatı bulur. Aynı zamanda şirketler ve imalat tesisleri de halkla ilişkiler yönünden bu fırsattan yararlanabilir. İmalat sürecinin kilit aşamalarını vurgulayarak veya kendine has imalat süreçlerini göstererek potansiyel işgücünün çalışacakları sistemler ile işçilerin nasıl çalıştıklarını görmesi sağlanabilir. Dolayısıyla, imalat firmalarının halka zaman ayırması ve düzenlenecek gezilere yatırım yapması tavsiye edilmektedir. Genel itibarıyla, yaz okulu programları veya sınıf dışı etkinlikler erken eğitim sürecini öğrenciler açısından çekici kılmak için olabildiğince eğlenceli bir şekilde tasarlanmalıdır.

Tablo 3'e baktıktan sonra genel bir değerlendirme yapmak gerekirse, okullardaki zorunlu dersler kapsamında alınacak tedbirlerin, okullarla işbirliği yaparak geliştirilecek programların (staj programları) ve yaz okullarının erken eğitimdeki en etkili araçlar olacağı görülmektedir. Özellikle zorunlu okul dersleri ve işbirliği kurularak öğrenciler için yaratılan imkanların öğrencilerin gerekli nitelik ve becerileri kazanmasındaki önemli araçlar olduğu gözlemlenmektedir. Zira bu tür nitelik ve beceriler iki başlıkta da gösterildiği üzere teorik dersler ve deneyim yoluyla öğrencilere aktarılabilir. Kişisel beceri ve nitelikler bakımından teorik derslerin zayıf kalmasına rağmen stajyerlik ve geziler bu becerilerin kazanımına en uygun araçlar olarak değerlendirilmektedir. Bunun nedeni kısa (yaz okulu programları) veya uzun (stajyerlik) bir süre zarfında öğrencilerin diğer insanlar ve teknolojilerle etkileşime girerek kişisel becerilerini kullanması ve geliştirmesidir.

II. Aşama - Okuldan Çalışma Hayatına Geçiş

Mesleki Gelişim Dersleri

Bu kısımda Tablo 3 kapsamında 'çok etkili' olarak değerlendirilen tavsiyelere yoğunlaşılmıştır. Buradaki tavsiyeler kapsamında Mesleki Gelişim Dersleri öğrencileri önlerindeki iş hayatına hazırlayan tanımlı ve alana özgü derslerdir. Örneğin, robot bilimi hakkında ders alan öğrencilerin robotları kullanabilmek için gerekli anlama/kavrama ve programlama becerilerini aktarabilecekleri robot piyasası hakkında da bilgi edinmeleri sağlanacaktır. Bu ölçüt, Tablo 3 kapsamında çok etkili olarak değerlendirilmektedir ve doğrudan teknik nitelik ve becerilerle alakalıdır

Atölyeler(Çalıştaylar)

Teknik nitelik ve becerilerin geliştirilmesi ve desteklenmesi bakımından düzenlenecek atölyeler çok etkili araçlar olarak görülmektedir. Bu tavsiyenin bu kadar etkili addedilmesinin birincil sebebi atölyelerin içeriklerinin düzenleyen kurum veya kuruluşun ilgi alanı ve hedeflerine uygun belirlenebilmesidir. Hem teknik, hem de kişisel nitelik ve becerilerin geliştirilmesinde kullanılabildiklerinden ötürü atölyeler bu bağlamda başvuru güçlü araçlardır. Hemen her teknik alanda atölyeler düzenlenebilirken öz yönetim, ekip çalışması ve etkili iletişim teknikleri gibi teknik olmayan konularda da çeşitli atölyeler organize edilebilir.

Üniversite-Sanayi İşbirliği

Üniversite-sanayi işbirliği gelecekte daha da önem kazanacağından gerekli vasıf ve becerilerin geliştirilmesinde ortak çabaların desteklenmesi gerekecektir. Şirketler sadece belirli sayıda öğrenciye staj imkanı sağlamakla yetinmeyip bu tavsiye başlığı kapsamında özellikle araştırma projelerine daha fazla katılım göstermelidir. Üniversiteleri adına şirketlerle iletişime geçen öğrenciler bilgi birikimlerini artıracak ve kendi araştırma projelerini geliştirmeye başlayacaktır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki pek çok firma başlangıç seviyesindeki işler için üniversite öğrencilerini tercih etmekte ve yeni işçilerin yetiştirilmesi için üniversitelerle işbirliği yapmaktadır. Kurumsal, süreçlere ilişkin ve disiplinler arası anlayış ile teknoloji alanındaki uzmanlık bilgisi gibi teknik nitelik ve bilgileri desteklemesi bakımından bu başlık da çok etkili bir tavsiye olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, öğrenciler girişimciliği tetikleyen işlerle uğraşacaklarından ötürü bu tavsiye yeni teknolojilere güvenme ve gelişmeye yatkınlık gibi bireysel becerilerin geliştirilmesi için de uygundur.

İmalat Alanında İki Yıllık Diploma

İmalat alanında alınan iki yıllık diplomalar sadece etkili değil, özellikle de ikinci aşama bakımından oldukça ayırt edici bir unsurdur. Üniversite eğitimi genel olarak geniş çaplı öğrenim gereksinimleriyle dört yıllık bir eğitimi kapsar. Bununla beraber, ne dört yıllık üniversite diplomaları, ne de ortaöğrenim diplomaları geleceğin fabrikalarında işçi olarak çalışacak bireyler için uygun olmayacaktır. Gelecekteki fabrika işgücünün ihtiyaç duyacakları becerilerden yola çıkıldığında çalışanlar için iki yıllık teknik önlisans programları tavsiye edilmektedir. Kaynakçılık gibi tek bir beceriye odaklanan teknik programlara benzer şekilde bu eğitim programları çalışma kapsamında belirtilen beceri ve niteliklere yoğunlaşabilir. Bu diplomalar ileri veya eklemeli imalat alanında çalışmak isteyen bireyler için zanaata yönelik teknik bir diploma olarak değerlendirilebilir. Gelecekte odak noktası, örnekte gösterildiği üzere kaynakçılık gibi belirli bir beceri olmayacak; öğrencilerin otomatik makinaları çalıştırabilmesine, bilgisayar kodu yazabilmesine ve geleceğin fabrikalarında çalışmak için gerekli teknik becerilerin geliştirmesine yoğunlaşılacaktır. Bu teknoloji temelli eğitim modeli sadece imalata değil, gelecekte fabrikalar için vazgeçilmez bir süreç olacak olan veri işlemeye de odaklanacaktır. Dolayısıyla, bu tavsiye kişisel nitelik ve becerilerden ziyade teknik nitelik ve becerilere yoğunlaşmaktadır.

Staj

Öğrencilerin kurumsal süreçler ile belirli işlerin nasıl yapıldığını öğrenmek üzere firmalarda belirli bir süre geçirmesi vasıflı işgücü için gerekli niteliklerin kazanılması açısından etkili bir tedbir olarak görülmektedir. Stajlar, kurumsal, süreçlerle ilgili ve disiplinler arası bir anlayışın geliştirilmesi ile kişisel veya ekip çalışması becerilerinin kazanılması için uygundur. Daha çok öğrenci veya genel anlamda insan yeni teknolojiler ve kurumsal süreçlerle etkileşime girmesi, iş hayatında karşılaşacakları zorluklarla daha kolay başa çıkacakları anlamına gelmektedir.

Şimdi bahsedeceğimiz üç tavsiye Tablo 3 kapsamında çok etkili veya etkili olarak değerlendirilmemiştir; a. Mühendislik alanında rehberlik programları mühendislik öğrencilerinin deneyimli rehberlerce bilgilendirildiği programlardır. Rehber olarak addedilen mühendislere öğrencilere ihtiyaçları olduğuna tavsiyelerde bulunur ve ilgili konularda danışanlarını aydınlatır. b. Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler (MOOC), özellikle katılımcılarla fiziki etkileşime gerek olmayan ileri eğitimler için önerilmektedir. Dolayısıyla, teknik nitelik ve becerilerin kazanımında bu araç benimsenebilir. c. Gün içi gezilere katılanlar firmaların imalat ortamı hakkında bilgi edinebilir. Dolayısıyla, gelişmeye yatkınlık ve yeni teknolojilere güven gibi niteliklerin geliştirilmesi için uygundur.

III. Aşama

Kesintisiz Meslek İçi Eğitim

Bu aşama eğitim hayatının bir sonraki adımıdır ve mesleki içi eğitimler için şirketlerin benimsediği girişimleri kapsar. Şirketler, kesintisiz meslek içi eğitim vasıtasıyla kesintisiz bir yetenek zincirinden yararlanarak, işçilerini geliştirerek ve gerekli nitelikli işgücünü yaratarak karlılığını koruyabilir ve imalat sektöründe öne çıkabilir³⁰. İster liseden, ister yüksek eğitim kurumundan mezun olmuş olsun tüm çalışanların yaşam boyu öğrenmeye devam etmesi büyük önem arz eden bir konudur. Günümüzde, nitelikli ve becerikli bir işgücüne sahip şirketlerin verimliliklerini koruyabileceği açıktır; ancak vasıflı işgücü istihdam edildikten sonra bile işçilere yatırım yapmak ve becerilerini geliştirmek çok önemlidir. Accenture ile Manufacturing Institute tarafından 2013 ve 2014 yıllarında 300 Amerikan imalat firmasının katılımı ile gerçekleştirilen anketin sonuçlarına göre şirketlerden %80'i eğitim programlarıyla işçilerine yatırım yapmaktadır ve işçi başına yıllık harcamaları ortalama 1000 \$'dır.

Atölyeler

Atölyeler çok etkili bir tedbir olarak değerlendirilmektedir. Bu aşamada düzenlenen atölyelerin 2. aşamadaki atölyelerden farkı bu atölyelerin sadece teknik değil kişisel becerilere yönelik olarak da uyarlanabilmesidir. Ayrıca, bu aşamada atölyelerin içeriği daha belirli ve hedef odaklıdır. Örnek vermek gerekirse, Endüstri 4.0'ın temel ilkeleri (teknik) veya gelişmiş imalat teknolojileri ile desteklenen zaman yönetimi ve öz yönetim konuları gibi çeşitli alanlarda atölyeler geliştirilebilir.

Mesleki Gelişim Dersleri

Teknik ve kişisel becerilerin desteklenmesinde mesleki gelişim dersleri oldukça etkilidir. Bu aşamada, kapsamı kesin sınırlarla belirlenen içerikler belirli ihtiyaçlara göre şekillendirilebilir. Bu nedenle, mesleki gelişim derslerinin ardından 6Σ sertifikalarına benzer sertifikalar dağıtılabilir.

Üniversite-Sanayi İşbirliği

Endüstri ile üniversiteler arası işbirliği sürekli tekrarlanan bir başlık gibi görünse de bu aşamada endüstrinin bakış açısına yoğunlaşmıştır. Günümüzde, mevcut aksaklıkların doğurduğu sorunlara yönelik olarak sanayi sektöründeki aktörler ilgili araştırma alanları için üniversitelerle iletişime geçmekte ve eğitim kurumlarıyla işbirliği yoluna gitmektedir. Araştırma projeleri için gerekli kapasite, fiziki ortam ve bilgiye sahip oldukları için firmaların üniversitelerle işbirliği yapması oldukça faydalı bir tedbir olacaktır. Eğitim ihtiyaçları sanayi tarafından belirlenen bir yolda ilerlemeye başladığında üniversiteler siyasetçiler ve hükümetlerle iletişime geçebilir. Bu başlık oldukça etkili olarak değerlendirilmektedir ve ikinci aşamada da belirtildiği üzere özellikle IT bilgi ve becerileri, çağdaş arayüzlerle etkileşim becerisi ve kişisel becerilere yöneliktir. Yukarıda, Accenture ve Manufacturing Institute tarafından yürütülen ankette³¹ bahsedildiği üzere katılımcı firmaların memnuniyet yüzdesi orta seviyelerdedir. İş saatlerinde veya iş dışı zamanlarında işçilerin kendi hızlarını belirleyerek edindikleri dijital öğrenim deneyimlerinin etkili olduğu gözlemlenmiştir.

³⁰ Out of Inventory; Accenture, Manufacturing institute, 2014

³¹ Out of Inventory; Accenture, Manufacturing institute, 2014

Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler (MOOC)

Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler bu aşamada etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. Kesintisiz Meslek İçi Eğitim aşamasında belirli konulara inilebilir ve kurum içi süreçler ile birimler arası arayüzler hakkında bilgi verilebilir. Dolayısıyla bu tedbir kurum ve süreçlerine ilişkin bir anlayış geliştirilmesiyle uzmanlık bilgisinin edinilmesi için çok uygundur.

Tablo 3'e dahil edilmeyen, dolayısıyla da etkili veya çok etkili olarak değerlendirilmeyen tedbirler Gün İçi Geziler ve Birim Sunumlarıdır. Birimlerce hazırlanacak sunumlar, düzenli olarak gerçekleştirildiklerinde yeni teknolojilere güven ile gelişmeye yatkınlık gibi kişisel becerin geliştirilmesinde ve örgütsel veya disiplinler arası anlayışın güçlendirilmesinde kullanılabilir.

Son olarak ise dernekler, çağdaş imalat sektöründe insan-makina arayüzleri veya insan-robot işbirliği gibi farklı alanlardaki standartların belirlenmesi gibi konularda yoğunlaşmalıdır, zira bu kuruluşlar gerekli güce sahiptir.

Özel Sektöre Yönelik İşletmelerde Uygulanabilecek İyi Uygulama Örnekleri

Şirketlerden Seçilmiş Mesleki Eğitim Örnekleri ³²

Örnek 1 : Festo - Öğrenme Fabrikası-Üretimin Ayrılmaz Bir Parçası

Festo Group, dünyanın önde gelen otomasyon teknolojisi tedarikçilerinden birisi olup teknik eğitim alanında çözümler sunmaktadır. Şirket, ürünlerin giderek kişiselleştiğinin, yenilik döngülerin giderek kısalığının ve üretim teknolojisinin daha karmaşık hale geldiğinin farkındadır. Festo Didactic Geliştirme Bölümü Başkanı Dr. Reinhard Pittschellis “Endüstri 4.0, personelin çok daha yüksek düzeyde niteliklere sahip olmasını gerektirecektir” diyor. “Üretim sürecinde bir yerde bir hata meydana gelirse, bu hatanın nerede olduğunu bulmaya çalışmak büyük ölçüde çok daha karmaşık bir hal almaktadır. Günümüzde, sürekli olarak güncellenmesi veya değiştirilmesi gereken çok sayıda IT sistemi bulunmaktadır. Bu nedenle, personelin gerekli adımları atabilmesi için bütün sistem bileşenlerinin bir arada nasıl uyum içinde çalışacağını anlaması gerekmektedir.”

Festo için, personel nitelikleri iki sebepten dolayı önemlidir: Otomasyon teknolojisi imalatçısı olan şirketlerin, müşterilerine son teknoloji ürünü sistemleri sunabilmeleri için teknoloji ve metodoloji konusunda uzman seviyesinde anlama kabiliyetine sahip personele ihtiyacı vardır. Bununla birlikte Festo, hem başlangıç hem de ileri düzey teknik eğitim konusunda tüm dünyada pazar lideri konumundadır. Karmaşık konuları öğreten eğitim ve öğretim araçlarının, insanların tam olarak bilmeleri gerekeni öğrenmelerine ve bunları da hızlı bir şekilde uygulamaya geçirmelerine olanak sağlayan yenilikçi öğrenme yöntemlerini sunması gerekmektedir.

Üretimin Ayrılmaz Bir Parçası Olarak Öğrenme Fabrikası

Öğrenme fabrikası, Güneybatı Almanya’da bulunan Scharnhausen’deki üretim tesisinde çalışan Festo personeline eğitim vermede kullanılan en temel unsurdur. 220 metrekaarelik bir alana kurulmuş olan laboratuvar; 1.) e-Öğrenme (elektronik öğrenme) araçlarına erişim sağlayan medya merkeziyle birlikte dört farklı bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler 2.) talaşlı imalat,3.) montaj, 4.)birçok disiplini kapsayan yetenekler ve süreçlerdir. Burada, tavan boyunca işleyen ve aşağı doğru sarkan bir sistem üzerinde güç, basınçlı hava ve şebeke bağlantılarına erişimi olan öğrenme istasyonları bulunmaktadır. Bu öğrenme istasyonları, bizzat üretimde kullanılan orijinal bileşenler ve yazılımla donatılmıştır. Bu nedenle, öğrenme fabrikası izole bir eğitim tesisi olmaktan öte, Scharnhausen’daki teknoloji fabrikasının ayrılmaz bir parçasıdır. Valfler, valf kümeleri ve elektronik aksamı, öğrenme istasyonlarının hemen yanında üretilmekte ve mamul haline getirilmektedir.

Bir personel “Yanı başımızda eğitim tesislerinin olması önemlidir” diyor. “Ne zaman ihtiyacımız olursa, başka bir yere gitmek için zaman harcamak zorunda kalmadan eğitim alabilmekteyiz. Böylece, üretim alanında edindiğimiz bilgiyi doğrudan uygulayabiliyoruz.” Personelin teoriden pratiğe hemen geçebilmesinin öğrenme üzerinde kanıtlanmış etkileri bulunmaktadır. Çalışan süreklilik seviyeleri daha yüksek olmakla birlikte, Endüstri 4.0’da bulunan karmaşık süreçler açısından hayati öneme sahip olacak şekilde derin bir anlayış düzeyi geliştirilmektedir. Pittschellis bunu “öğrenmenin dikey boyutu” olarak adlandırmaktadır: Eğitimde edinilen bilgiyi hemen fiili üretim görevlerine uygulamak,

³²Bu bölüm ‘Shaping the Digital Transformation Within Companies – Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training, Plattform Industry 4.0, March 2017’den alınmıştır.

personelerle bütüncül bir şekilde düşünme ve hareket etme kabiliyetini kazandırır. Personel yalnızca, belirli bir görevi nasıl yapacağını ve sürecin bir parçasının bir sonrakini nasıl etkileyeceğini öğrenmekle kalmayıp aynı zamanda diğer alanlara da aktarılabilir şekilde, bir bütün olarak süreçle ilişkili derinlemesine bir anlayış kazanır.

Öğrenme fabrikası hakkında özel olan başka bir husus ise sistemin büyük oranda çıraklar (personel) tarafından işletilmesidir. Öğrenme fabrikasını küçük bir uygulama ve danışma şirketi olarak çırak ofisinden idare eden işletme ve teknik iş çırakları, yönetim ve rezervasyon görevlerini üstlenmektedir. Çıraklar, eğitim oturumları için yerleri ayırmakta, doğru ekipmanı bulundurmakta, öğretim modüllerini hazırlamakta, öğretimle ilgili materyalleri üretmekte ve güncellemekte ve tesisleri iyi çalışır bir vaziyette tutmak için bakımlarını yapmaktadırlar.

Öğrenme fabrikası, fabrikada geliştirilen çeşitli süreçleri taklit etmek için tasarlanmış olup, muhtemel eğitim konuları yönetimden ve üretimden yılda bir kere alınarak bir araya getirilmektedir. Temel öğrenme hedefleri, katılımcıların sayısı, eğiticilerin isimleri, süre, eğitim modülünün sunulduğu farklı periyotlar ve istenen ve kullanılacak metodolojiyi kapsayan farklı modül tanımları geliştirilmektedir. Amaç, sürekli olarak güncellenebilen standart hale getirilmiş eğitim oturumları kataloğu geliştirmektir. Katalog hali hazırda 100 farklı eğitim modülünden oluşmaktadır.

Esas Olan İnsanlardır

“Sayısallaşmış bir üretim çağında bile, bir şirketin başarısı için esas olanın insanlar olduğunun farkında olmamız gerekiyor. Bu nedenle personelimize ciddi yatırım yapıyoruz ve onları eğitim modüllerinin geliştirilmesi sürecine dahil ediyoruz. Personelimiz şu anda yüzün üzerinde farklı eğitim oturumuna katılmakta olup sürekli olarak fabrikadaki ihtiyaçlara uygun olan yeni modüller geliştirmektedir” diyor Eğitim Birimi Başkanı Manfred Zahn. “Bu anlayış çıraklar ve iyi yetişmiş personel tarafından aynı şekilde takdir edilmektedir. Festo’da sunulan eğitimin türü, personelin motive olduğu, üretim bölümünde neye ihtiyaç duyulduğunu bildiği ve gerek duyduğu becerileri geliştirdiği anlamına gelmektedir.” IT, geliştirme, tedarik zinciri ve satış gibi fabrika içerisinde birçok farklı alanda parmağı olan bölümler bile öğrenme laboratuvarındaki eğitim oturumlarına katılım sağlamak ve yeni uygulamaları denemek için burayı kullanmaktadır.

Denenmiş ve Test Edilmiş Bir Aracı Eğitim İçin Tekrar Kullanılacak Hale Getirmek

Pittschellis, “Öğrenme fabrikası yeni bir icat değil, bir dizi farklı şirket ve üniversite tarafından zaten kullanılmış olan ve eğitim için kullanılan denenmiş ve test edilmiş bir araçtır” demektedir. “Öğrenme fabrikasını Scharnhausen’de kurarak ve modern üretim tesisine entegre ederek, bir öğrenme laboratuvarına sahip olmanın temel avantajlarından gerçek anlamda faydalanabildik: teori ve pratik ve ayrıca eğitim ve uygulama arasındaki boşluğu yok etmek.”

Öğrenme laboratuvarının doğrudan üretim hattının yanında olması durumu bile kendi başına birçok olumlu etki yaratmaktadır. Birçok farklı disiplin arasında ve deneyimli personel ile çıraklar arasında meydana gelen karşılıklı alış veriş ve ayrıca teorinin pratiğe aktarılmasını kolaylaştırmaktadır.

Örnek 2 : SAP – Bulut Tabanlı Öğrenme ile Bireysel Nitelikler Kazanma

Dijital dönüşüm, SAP gibi başarılı bir küresel yazılım şirketi için bile zorluklar barındırır. Özellikle, bulut konseptlerinin büyümesi işletme yazılımları piyasasında yıkıcı değişimlere sebep olmakta ve iş modelleri, kuruluşlar ve çalışanlar için çeşitli yeni gereksinimler yaratmaktadır. Şu ana kadar geliştirdikleri yapılardan başlayarak, SAP var olan yazılım çözümlerinin buluta ve yeni bulut tabanlı

hizmetlere, ya da ‘Büyük Veri’ ve ‘Nesnelerin İnterneti’ alanlarına aktarılması konusunda çalışmak için tümleşik bellek veri tabanı ve geliştirme platformu HANA’yı kullanmaktadır.

SAP SE Global Genç Yetenekler yöneticisi Markus Bell şöyle diyor: “Bu yeni gereksinimleri karşılamak için en son teknolojiler konusunda uzmanlaşmış kişileri çekmeye gayret ediyoruz ve dijital yerlilerin bulunduğu nesilden en iyi yetenekleri işe alıyoruz. Özellikle Almanya gibi organik olarak gelişmiş bir yaş yapısına sahip kurulu düzeni olan yerlerde ise yeni gereksinimler için kendilerine sürekli olarak yeterlilikler kazandıracak sistematik bir ileri eğitimin bütün çalışanlara sunulmasını sağlıyoruz.”

“Üç temel yetkinlik alanında özel bir talep görmektediriz” diyor Markus Bell. İlk yetkinlik alanı, yeni bir teknolojiyi kullanmadaki bilgi ve becerilerden oluşmaktadır. Bu, merkezi bulut teknolojilerinin kullanımındaki bilgiyi veya Büyük Veri’yi kullanmadaki kabiliyetleri içermektedir. İkinci yetkinlik alanı, bir ekipteki modern proje çalışmasıyla ilişkili sorulara yoğunlaşmaktadır: Bir ekipteki zaman yönetimi ile proje yönetimi ve iletişimi etkili bir şekilde nasıl organize edilebilir? Üçüncü alan ise SAP dünyasının bilgisi olmaktadır. Şirket stratejisi nedir? SAP portföyünde hangi ürünler vardır? Hangi güvenlik ve uyumluluk gereksinimleri uygulanmaktadır?

Öğrenme Platformu Başarı Haritası Öğrenimi

SAP’nin ileri düzey eğitim için ayırdığı yıllık bütçe, şirket içinde hizmet içi niteliklerin faydalandıkları önemli unsurları vurgulamaktadır. SAP şu anda yılda 140 milyon Avro yatırım yapmaktadır. SAP kendisini, sürekli öğrenim sürecinin içinde olan bir şirket olarak görmektedir. Böylece ileri düzeyde eğitim günlük iş ortamının içine sağlam bir biçimde yerleştirilmiştir. Buna dayanarak, SAP üç ana adımdan oluşan bir ileri düzey eğitim konseptini geliştirmiştir:

1.Nitelik/kalite ihtiyaçlarının belirlenmesi: Örneğin, geliştirme kuruluğu, başlıca rakipler ve ortakların ihtiyaçları ile yazılım geliştirme sektöründeki iş ilanlarında yer alan gereksinimleri değerlendirmiştir. Bunun yanında, SAP ile ilgili gelecekteki teknolojilere ilişkin olarak şirket içi düşünce liderleri arasında bir anket de yapılmıştır.

2.İleri düzey eğitimin planlanması ve uygulanması: SAP, kendi ürün portföyünün bir parçası olan “Başarı Haritası Öğrenimi” adlı bulut tabanlı öğrenme platformunu da kullanmaktadır. Bu platform, bireysel “Öğrenim Yol Haritaları” hazırlamayı mümkün kılmaktadır. Yol Haritaları, hem liderlik gibi genel yeterlik alanları hem de veri bilimi gibi özel teknik konuları kapsamaktadır. Derslerin belirli bölümleri, ilgili yöneticilerle yapılan yıllık geliştirme görüşmelerinde, 35 binin üzerindeki öğrenme fırsatından toparlanarak modülerlik ilkesi temelinde birleştirilmektedir. Bütün çalışanlar, mobil cihazları vasıtasıyla öğrenme platformuna erişebilir, kendi öğrenim geçmişlerini görebilir ve öğrenim gruplarında bir araya gelebilirler. Yöneticiler çalışanlarına platformdaki özel öğrenme modüllerini önerebilir ve ekiplerinin öğrenmedeki ilerlemelerini görüntüleyebilirler.

3.Değerlendirme: Her bir ders ve eğitici, kursu tamamlamış olanlar tarafından platform üzerinde değerlendirilebilir. Ayrıca, ileri düzey eğitim programı da, bu eğitimin gelişimine yönelik olarak ana endeksleri derlemek için bir temel olarak kullanılmak üzere yıllık personel araştırmasında değerlendirmeye tabi tutulur.

Susanne Müller, şu anda, SAP’nin Walldorf merkezinde bulunan İK Üniversitesi’nde çalışmaktadır. Kendisi SAP’de çalışmaya başladığında, iki yıldan daha az iş tecrübesine sahip yeni çalışanlardan seçilenler için tasarlanmış “İK Genç Yetenekler Programı” kapsamında eğitim almıştır. Başarı Haritası Öğrenimi’ni kullanan eğitim kursları, destek programının entegre bir unsurudur.

Susanne Müller’i, özellikle iki sanal eğitim birimi etkilemiştir. “Bunlardan birisinde, SAP ürün portföyü sunulmaktadır. Eğitici, karmaşık SAP portföyünü çok açık bir şekilde, dijital tahta üzerinde çizmiş ve sözlü bir yorum eklemişti. Ayrıca, katılımcılar olarak bizler herhangi bir zamanda sohbet penceresi aracılığıyla sorular sorabiliyorduk ve görüşlerimizi paylaşabiliyorduk” diye aktarmaktadır Müller. “Yöntemin kullanılmasının çok etkin olduğunu düşünüyorum ve bu birimden sonra eğiticiyle uygulamaya ilişkin bir soru sormak için doğrudan iletişim kurdum.” Platformlarda iki taraflı olarak veya tema bazlı topluluklar içinde, öğretmenler ve öğrenenlerin birbirleriyle bağlantılar kurması mümkün olmakta ve açıkça teşvik edilmektedir.

Susanne Müller’in sözünü ettiği ikinci birim ise gözetmenler ve idarecilerle etkin bir biçimde nasıl iletişim kurulacağını öğretmeyi amaçlamaktadır. “Bu birimi aldıktan birkaç ay sonra, İnsan Kaynakları direktörüne sunum yapmıştım. Öğrenme platformunda, bu birimin kaydına dönerek tekrar baktım ve buradaki tavsiyeyi içten bir şekilde ciddiye aldım: cümleleri kısa tut, en önemli noktaları en başa koy. Bu bana çok yardımcı oldu.”

Susanne Müller’in bizzat kendisi eğitime ihtiyaç duyduğunda, uygun bir dersi bulmak için Başarı Haritası Öğrenimi’ndeki arama işlevini kullanabilir. “Belirli bir süre zarfında tamamlamamız gereken, örneğin IT güvenliğine ilişkin olan zorunlu dersler bulunmaktadır. Ayrıca, kendi inisiyatifimle kurslar da alabiliyorum, hatta bu dersler otomatik olarak Outlook takvimime ekleniyor.” Bir sonraki almak istediği ders oyunlaştırma ile ilgili.

Çalışanlar Destek Aldıklarını Hissediyorlar

“Bir bütün olarak öğrenme platformu Başarı Haritası Öğrenimi ve eğitim fırsatları yoğun olarak kullanılmakta ve çalışanlar tarafından olumlu bir şekilde takdir edilmektedir” diyerek sözlerini noktalayan Markus Bell bu ifadesini somut rakamlarla da destekliyor: 2015 yılında, dünya genelinde düzenlenen çalışan anketinde, ankete cevap veren 54 binden fazla kişiden yüzde 74’ü son 12 ay içerisinde, yeteneklerini ve yeterliklerini geliştirmek için kendilerine sunulmuş olan imkanları kullandıklarını belirtmiştir. Çalışanların yüzde 75’i de, öğrenme ve gelişim imkanlarının kendi kariyer hedefleriyle uyum gösterdiğini teyit etmiştir.

Düşük Giriş Eşliği ve Pratikte Doğrudan İlişki

Markus Bell, engin tecrübesine dayanarak şu yorumda bulunmaktadır: “Motivasyon, genel olarak başarılı bir ileri düzey eğitim ve öğrenim için temel unsur olmaktadır.” “Burada, çalışanların öğrenmenin keyfine varacakları ve bunun bir yük olmadığını hissetmelerini sağlayacak bir organizasyonel çerçeve oluşturmalıyız. Böylece, eğitim programının esnekliği her iki açıdan da başarı için bir anahtar olmaktadır.” Markus Bell ilk olarak mobil cihazlardan erişim de dahil olmak üzere derslere olan esnek erişimin önemli olduğunu belirtmektedir. İkinci olarak ise derslerin esnek bir biçimde bireysel ihtiyaçlara ve bireysel öğrenme davranışına adapte olabilmesi gerektiğini söylemektedir.

Buna ilaveten, öğretim içeriğinin doğrudan pratikle ilişkisi ve öğrenme tecrübesinin sosyal boyutu da başarılı bir öğrenme süreci için çok önemlidir. Pratikte kurulan ilişki, iş başında öğrenmeyle temin edilmektedir. SAP’de olduğu şekliyle öğrenim ayrıca sosyal boyutu da yansıtmaktadır: “Herkes bir öğretmendir, herkes bir öğrenendir.” sloganı altında, çalışanlar, eğitici, mentor ve katılımcı rolleri arasında esnek bir şekilde yer değiştirebilir ve böylece öğrenmelerinde başarılı olmak için birbirlerine yardım edebilirler. Ayrıca, sosyal yeterlilik, bir ekipteki iletişim ve çalışma gibi konuların olduğu ikinci temel yeterlik alanında da gösterildiği gibi, öğretim içeriğinde de ön plana çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bulut tabanlı öğrenme platformu vasıtasıyla çalışanların geri bildirimlerinin sistematik bir biçimde toplanması ve entegre edilmesi, ileri düzey eğitim programının sürekli ve sürdürülebilir gelişimi için kilit bir koşul olmaktadır.

Örnek 3 : Deutsche Telekom – Siber Güvenlik Profesyoneli Olmaya Yönelik Eğitim Zinciri

Deutsche Telekom, dünyanın önde gelen telekomünikasyon ve bilgi teknolojisi sağlayıcılarından biridir. 226 bin çalışan istihdam eden şirketin yıllık cirosu 69.2 milyar Avrodur. Şirket şu anda dijital dönüşümün tam ortasında bulunmaktadır ve teknolojilerde, müşterilerde ve iş modellerindeki değişime cevap vermeye özellikle ihtiyaç duymaktadır. Deutsche Telekom’da eğitim politikasından sorumlu olan Markus Lecke, “Bu ortamda başarılı olmak için, akıllı stratejilere, yenilikçi ürünlere ve hizmetlere ve bunları sunacak doğru personele ihtiyaç duymaktayız.” demektedir.

Becerilerin Yönetimi: Eğilimlerin Analizini Yapmak İlk Adımdır

Deutsche Telekom, dış iş piyasasında ihtiyaç duyduğu çalışanların belirli bir kısmını bulabilmektedir. “2015 yılında Almanya’da 1700 civarında çalışan aldık.” diyor Lecke şunları ilave ediyor: “Buna ilaveten, kendi genç yeteneklerimizden 1800 kadarı, mesleki eğitimlerini veya çift dal müfredat programlarını tamamladıktan sonra işe alınmışlardır. Aynı zamanda, şirkette uzun süredir çalışanları eğitmeye devam etmek de giderek daha önemli hale geliyor.” Lecke’ye göre, ihtiyaca göre uyarlanmış eğitim programları personelin çalışabilirliğini güçlendirmeye yardımcı olmaktadır. Gelecekte kendi sıralamasında en iyi “dijital öncülere” ve en önemli eğilimleri bilen ve bu eğilimlere açık personele sahip olabilmek adına Telekom kapsamlı bir beceri yönetim sistemi kurmuştur.

Bu sistem dört temel adımı içermektedir:

1. Teknoloji, müşteri ve işletmeyle ilgili eğilimler erken bir aşamada öğrenilmekte ve izlenmektedir.
2. Eğilimler, şirket için sahip oldukları önem dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda, şirketin bu eğilime ne kadar çabuk tepki göstereceği ve söz konusu eğilimin yalnızca belirli bir bölümü veya bütün şirketi ilgilendirip ilgilendirmediği de değerlendirilmektedir.
3. Analize dayanarak, çalışanlar ve bölümlerin münferit gruplarının belirli becerilerine yönelik gelişim ve eğitim ihtiyaçları da tespit edilmektedir.
4. Son olarak, eğitim programları bu becerileri ve eğitim ihtiyaçlarını kapsayacak şekilde geliştirilmekte ve sunulmaktadır.

Modelin dört aşaması zaten, Tüm IP(internet protokol), Büyük Veri ve BT güvenliği eğilimleri için uygulanmaktadır. Özellikle BT güvenliği alanında bu model acilen uygulanmalıdır. Güvenlik, dijitalleşmiş ekonomiye doğru giden yolda hemen hemen bütün şirketler için temel bir husustur. BT güvenlik uzmanları, iş piyasasında çok aranmakta ve zor bulunmaktadır.

IT Güvenliği – Başlıca Eğitim Odağı

Lecke “BT güvenliği alanında yetenekli uzmanlara olan ihtiyacı karşılamak için Siber Güvenlik Profesyonelinin yüksek düzeyli niteliklerini sağlayacak bir eğitim zinciri kurduk.” demiştir. “Çalışmanın izleyebileceği olası yollar arasında daha sonraki bir aşamada yüksek lisans derecelerinde de tanınabilecek olan BT mesleki eğitimi veya BT alanında çift dal dereceleri, Ticaret Odası eğitim programları, çalıştaylar, pratik uygulamalar, proje çalışması ve çalışma modülleri bulunmaktadır.” Farklı eğitim seçeneklerinin içeriği bir diğerini tamamlamaktadır. İlgili bölümdeki günlük iş örneğinde olduğu gibi iş başı eğitimine yüksek öncelik verilmektedir. Bu bağlamda, bireysel öğrenme hedefleri her bir çalışan tarafından kabul edilmektedir.

Dahası, kişiye özel eğitim programları yalnızca genç personel için geçerli değildir. Tecrübeli çalışanlara da güvenlik uzmanı olmaları için eğitime başlama fırsatı verilmektedir. Bu yolla, tecrübeli uzmanlar haline gelen çalışanlar kazanmak amacıyla şirket eğitimin geleneksel temel direklerinden kopmayı ve mesleki eğitimle ileri düzey eğitimi veya üniversite çalışmalarıyla iş başında eğitimi daha etkili biçimde entegre etmeyi amaçlamaktadır. Lecke “Özellikle bilgisayar bilimi alanındaki gereksinimler, hayat boyu öğrenmeyi zaruri hale getirecek şekilde çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Nasıl ki sürekli olarak yeni ve farklı şekillerde siber saldırılar meydana geliyorsa, kendilerini savunan insanlar esnek kalmalı ve öğrenebilmelidir” demektedir.

Siber Güvenlik Profesyonelinin yukarıda belirtilen niteliklerine yönelen ileri düzey eğitimin yolu takım çantasındaki bir aletten ibarettir. Örneğin, Telekom Leipzig Uygulamalı Bilimler Üniversitesi’nde kendi Verilerin Korunması ve Güvenliği Kürsüsü’nü kurmuştur. 2015-2016 kış döneminde, ilk lisans derecesi öğrencileri burada çalışmalarına başlamış ve diğer konuların arasında verilerin korunması farkındalığı, BT hukuku ve adli bilişim üzerine yoğunlaşmışlardır. Kürsüde üretilen araştırma bulguları ileri düzey eğitimin müfredatına katılacaktır. Bundan daha da ötesi, çalışanların öğrenim sürecine faydası olacak şekilde öğrenme modülleri geliştirilmektedir.

Önümüzdeki yıllarda, Telekom kendi beceri yönetim yaklaşımını daha da geliştirecektir. Örneğin, bu büyük uluslararası şirket içindeki sınır ötesi eğitim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla eğitim fırsatları küresel seviyede kullanıma sunulacaktır. Buna her geçen gün büyümekte olan eğitim portföyü sayısallaştırması eşlik edecektir. Lecke, “Endüstrinin esnek, birbiriyle kesişen ve artış gösteren global büyümesini karşılamak için Endüstri 4.0 yalnızca ‘İş 4.0’ın gelişimine değil aynı zamanda ‘Eğitim 4.0’a da ön ayak olmaktadır” demektedir.

Şirketin Kendi Sıralarından Gelen Genç Uzmanlar

Telekom’un eğitim programlarının sayısı tek başına düşünüldüğünde dahi kesinlikle etkileyicidir: 2015 yılında, yalnızca Almanya’da 300 bin kadar katılımcıyla, 32 binden fazla seminer düzenlenmiştir. Her bir çalışan ileri düzey eğitimde ortalama olarak 3 ila 6 gün geçirmiştir. Son üç yıl içinde, 30 yetenekli genç profesyonel siber güvenlik uzmanı olarak eğitilmiş ve böylece şirketin stratejik iş ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli becerileri kazanmışlardır. Bu başarı sayesinde Markus Lecke gelecek hakkında iyimserdir: “Şu ana kadar başarılılarla ilgili çok memnunuz, ama beceri yönetimi yaklaşımımızı daha da iyileştirmek için çalışacağız.”

İhtiyaç Duyulan Vizyondur

Eğilimleri erken bir aşamada tespit etmek ve daha sonra bunları tam olarak analiz etmek ve değerlendirmek, Deutsche Telekom’da ihtiyaç odaklı eğitim fırsatlarının uygulanması bakımından çok önemlidir. Her bir eğilim, ilgili olup olmadığına ve ne şekilde ilgili olduğuna göre incelenmektedir: Eğilim, bütün şirket için mi yoksa belirli bir iş birimi için mi önemlidir? Etkisi kısa dönemli mi yoksa uzun dönemli mi olacaktır? Bu sorular cevaplanır cevaplanmaz, uygun eğitim ve beceri geliştirme programları tasarlanacak ve iş gücüne sunulacaktır.

Sayısallaşmanın beraberinde getirdiği yeni imkanlar da burada kullanılmıştır. Çalışanlar artık dünyanın herhangi bir yerinden web tabanlı eğitim birimlerine hızlı ve esnek bir şekilde erişebilmektedir.

Farklı eğitim yöntemleri bir arada ilişkilendirilmiş ve benzer şekilde hem genç hem de tecrübeli çalışanlara sunulmuştur. Her bir durumda ilgili çalışanın ihtiyaçlarına uygun hale getirilmiştir.

DÜNYADAKİ DURUM (Ülke Örnekleri)

ABD³³

Amerika’da bilim, teknoloji, mühendislik ve tıp alanında öneriler hazırlamak üzere kurulan üç kurumun (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, The National Academy of Medicine) ortaklaşa yürüttükleri bir dizi çalışmanın sonuçları 2015 ve 2016’da yayınlanan “Interim Report on 21st Century Cyber–Physical Systems Education” ve “A 21st Century Cyber–Physical Systems Education” başlıklı iki raporda yer almaktadır. NA (The National Academies) raporlarından öne çıkan noktalar aşağıda sıralanmıştır:

- Raporlar, disiplinler arası çalışmanın önemine vurgu yapmakta ve temel, disiplinler arası ve disipline özgü bilimsel, matematik ve mühendislik bilgilerinden yola çıkarak üniversitelerin verdikleri derslerin içerik ve çeşitliliği üzerinde değişiklikler önermektedir. Bu öneriler yapılırken, kilit teknolojilerden Siber–Fiziksel Sistemler (CPS) diğerlerinden soyutlanarak özellikle ele alınmıştır.
- Raporda mevcut eğitim sisteminin CPS eğitiminin gereklerini karşılamakta çok yetersiz kaldığı savunulmaktadır. Robotbilim, IoT, Büyük Veri ve Yapay Zeka gibi belirli olgunluğa erişmiş kilit teknoloji alanlarında yeterli akademisyen, eğitim materyali ve mühendislik programları mevcutken, CPS alanında bunların özellikle kıt olduğuna dikkat çekilmektedir.
- Raporlarda CPS, “hesaplama algoritmaları ile fiziksel bileşenlerin bütünleşik olarak kullanıldığı mühendislik sistemleri” olarak tanımlanmıştır. CPS’i özel kılan, sistemin fiziksel ve siber bileşenleri arasındaki karşılıklı etkileşimdir. CPS tasarımı bugünkü kullanılan tasarım ve ürün geliştirme teknikleri çoğunlukla ürüne özel ve dar kapsamlı olup, geleceğin sistemlerindeki karmaşıklık düzeyi, güvenlik, güvenilirlik, birlikte çalışabilme, akıllılık ve esnek tasarım gibi gereksinimleri karşılamaktan çok uzaktır. Bu tür sistemler üzerinde çalışan mühendislerin, CPS ile ilgili yazılım, donanım ve iletişim bilgisinin yanı sıra, denetledikleri fiziksel birimlerin özelliklerini daha derin biçimde kavramalarının kaçınılmaz olduğu ve bu bilgilere fiziksel sistem tasarımı ve modellemesi, enerji yönetimi, eyleyici denetimi (actuator control) ve sinyal işleme gibi yeni bilgilerin eklenmesi gerektiği özellikle belirtilmektedir. Bu değerlendirmenin gerekçesi, geleceğin CPS uygulamalarının çoğunlukla yaşamıl (life–critical) nitelikte olmasıdır. Sonuç olarak, her biri konusunda derinlemesine uzmanlık sahibi mühendislerce tasarlanmış ve geliştirilmiş bileşenlerin birlikte ve bir sistem bütünlüğü içerisinde kullanılmasını gerektiren CPS uygulamalarında bu bütünlüğü sağlayacak yeni bir mühendislik eğitime duyulan gereksinim ortaya çıkmaktadır. IoT kapsamında, değişik firmalar tarafından dünyanın değişik yerlerinde geliştirilen ürünlerin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması ve bunun güvenlik ve güvenilirlikle ilgili kaygıları giderecek biçimde gerçekleşmesi öngörüsü de varılan sonucu destekler niteliktedir.
- NA komitesi, öncelikle CPS için gerekli altı genel konu başlığı belirlemiş ve bunları alt başlıkları ile birlikte aşağıdaki gibi sıralamıştır:

³³ Bu bölüm ‘Interim Report on 21st Century Cyber–Physical Systems Education’ , National Academy of Sciences, ve ‘A 21st Century Cyber–Physical Systems Education’, National Academy of Sciences, 2016; raporlarından alınmıştır. Söz konusu raporlar Bilişim Derneğinden Doç. Dr. Cesur Baransel, A. Eser Baransel, İ. İlker Tabak tarafından özetlenmiştir. (<https://www.nap.edu/catalog/21762/interim-report-on-21st-century-cyber-physical-systems-education>) (<https://www.nap.edu/catalog/23686/a-21st-century-cyber-physical-systems-education>)

i) Temel Hesaplama Kavramları (Basic Computing Concepts)

- Gömülü sistemler (Embedded hardware)
- Veri yapıları ve algoritmalar (Data structures and algorithms)
- Hesaplama modelleri, özdevinirler kuramı ve ayrık sistemler (Models of computation, including automata theory and discrete event systems)
- Programlama (Programming)
- Yazılım mühendisliği ve model tabanlı tasarım (Software engineering and model-based design)
- Gerçek zamanlı işletim sistemleri ve ağ programlama (Real-time operating systems and programming for networks)

ii) Fiziksel Dünya için Hesaplama (Computing for the Physical World)

- Algılayıcılar ve sinyal çözümleme (Properties of sensors and analysis of signals)
- Çoklu-kipli ve açık sistemlerde algılayıcı ve eyleyici programlama (Programming with sensors and actuators in open environments and with multiple modalities)
- Gerçek zamanlı gömülü sistemler (Real-time embedded systems)
- Kaynak ve kısıtların (zaman, güç, bellek boyutu gibi) yönetimi (Resource management and constraints such as time, memory size, and power)
- Artıklık ve fiziksel sistemlerdeki güvenilmezliğin yönetimi için hataya dayanıklılık (Redundancy and fault-tolerance for managing unreliability in physical systems).

iii) Ayrık ve Sürekli Matematik (Discrete and Continuous Mathematics)

- Çizge kuramı ve birleşimsel çözümleme (Graph theory and combinatorics)
- Olasılık, istatistik ve olasılıksal süreçler (Probability, statistics, and stochastic processes)
- Mantık (Logic)
- Doğrusal cebir (Linear algebra)
- Kalkülüs ve diferansiyel eşitlikler (Calculus and differential equations)

iv) Algılama, Eyleme, Kontrol, İletişim ve Hesaplamanın Çapraz Uygulamaları (Cross-cutting Application of Sensing, Actuation, Control, Communication, and Computing)

- Kontrol mühendisliği; doğrusal ve doğrusal olmayan sistemler, olasılıksal sistemler, uyarlanabilir kontrol, sistem tanımlama, hibrit kontrolü içeren kontrol prensipleri (Control principles including linear and nonlinear systems, stochastic systems, adaptive control, system identification, hybrid control)
- Eniyileme ve dinamik sistemlerin eniyilenmiş kontrolü (Optimization and optimal control of dynamic systems)
- Bilgisayar ağları (Networking concepts including wireless communications, synchronous and asynchronous communications, and ad-hoc networking)

- Gerçek zamanlı çözümleme (Real-time analysis including task models describing real-world information sources, time-triggered or event-triggered control, decision-making with noisy data)
 - Sinyal işleme (Signal processing using control, computation, and communication models)
 - Güvenlik ve güvenilirlik (Safety, reliability, and dependability)
 - Güvenlik ve kişisel gizlilik (Security and privacy)
 - Fiziksel özelliklerin yazılım gerekleri üzerindeki etkisi (Impact of physical properties on software requirements)
 - İnsan etmeni (Human factors related to human-in-loop and behavioral aspects)
 - Ağ ortamında kontrol (Networked control)
- v) Devinimsel ve Türdeş Olmayan Sistemlerin Kontrol, Hesaplama ve İletişimi Bütünleştiren Biçimde Modellenmesi (Modeling of Heterogeneous and Dynamic Systems Integrating Control, Computing, and Communication)**
- Fiziksel dünyanın özellikleri, belirsizlik ve risk (Properties of the physical world, including uncertainty and risk)
 - Hesaplama aygıtlarının özellikleri, hesaplama ve güç sınırları (Properties of computational devices, including computational and power limits)
 - İletişim sistemlerinin özellikleri, kablosuz iletişimin sınırları (Properties of communication systems, including limitations of wireless communications)
 - Yanlış yakalama ve düzeltme (Error detection and correction)
 - Sayısal ve fiziksel modellerin kaynaştırılması (Merging physical and computational modeling)
 - Sinyaller, sistemler ve sonlu durumlu özdevinirler arasındaki ortak yönler (Commonalities between signals and systems and finite-state automata)
- vi) CPS Sistemlerin Geliştirilmesi (CPS System Development)**
- Güvenilirlik, dayanıklılık, güvenlik, kişisel gizlilik (Safety, resilience, security, and privacy)
 - Talep geliştirme (Requirement development)
 - Sigorta kapsamı ve kaza çözümleme (Assurance cases and hazard analysis)
 - Biçimsel doğrulama ve geçerleme (Formal verification and validation)
 - Model tabanlı tasarım araçları (Model-based design and tools)
 - Sistem tasarımı, gelişebilir sistem tasarımı ve yaşam-döngüsü belgeleme (System design, including design for system evolution and life-cycle certification)
 - IoT ve Bulut gibi platformlar (Platforms such as the Internet of Things or cloud computing)
 - Laboratuvar ve gerçek kullanım ortamında CPS sınaması (Testing CPS in the laboratory and in their intended environment)

Yukarıda belirlenen genel konu başlıklarının, üniversitelerin zaten oldukça yüklü olan Mühendislik programları içinde nasıl yer alacağı önemli bir sorundur. NA komitesi, Üniversitelerin 1.) Makina Mühendisliği, 2.) İnşaat Mühendisliği, 3.) Elektrik–Elektronik Mühendisliği, 4.) Bilgisayar Mühendisliği bölümleri için örnek ders programları hazırlamıştır. Burada yalnızca Bilgisayar Mühendisliği için hazırlanan program incelenmiştir.

- Matematik ve Fen Bilimleri (11 ders)
- Yüksek Matematik (Calculus I)
- Yüksek Matematik II (Calculus II)
- Diferansiyel Eşitlikler
- Doğrusal Cebir
- Olasılık ve İstatistik
- Mantık
- Ayırık Matematik
- Fizik I (Mekanik ve Dinamik)
- Fizik II (Elektrik ve Manyetizma)
- Biyoloji ya da Kimya
- Fizik Laboratuvarı
- CPS’e Giriş (1 ders)

CPS Mühendisliğinin Temelleri (Aşağıdan 6 ders seçiniz)

- Fiziksel/Gömülü Sistem Programlama
- Dağıtık Gömülü Sistemler, Algılayıcı Ağları
- Model Tabanlı Sistem Geliştirme
- Geri–Bildirimli Doğrusal Kontrol Sistemleri
- Sayısal Sinyal Çözümleme
- Olasılıksal Sistemler
- Eniyileme (Optimizasyon)
- Elektronik devreler
- Bilgisayar Bilimleri/CPS (9 ders)
- Programlama Dilleri ve Programlama Teknikleri (I ve II)
- Veri yapıları ve Algoritmalar
- Bilgisayar Mimarisi
- İşletim Sistemleri
- Algoritmalar ve Karmaşıklık Kuramı

Aşağıdan 4 ders seçiniz

- Veri tabanları
- Bilgisayar Ağları ve Güvenlik
- Bilgisayar Ağları
- Bilgisayar Güvenliği
- Yazılım Mühendisliği
- Robotbilim
- Yapay Zekâ
- Yapay Öğrenme
- Yüksek Korumalı CPS Uygulamalarında Güvenlik, Güvenilirlik ve Kişisel Gizlilik
- Bitirme Projesi ve Staj (2 dönem; 2 ders olarak sayılır)
- Toplumsal Etkiler (2 ders)

- Teknoloji ve Toplum
- Mühendislik ve Bilim Etiği
- Sosyal Bilimler (7 ders)
- Seçmeli Dersler (2 ders)

NA, önerdiği programların hayata geçirilmesinde karşılaşılabilecek önemli sorunlar olduğuna dikkat çekmektedir.

- ABD'nin K-12 (yaklaşık olarak anaokulundan üniversiteye kadar olan 12 yıllık eğitim süreci) düzeyinde STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminde etkinlik sorunları vardır. ABD 2012-2015 arasında PISA (Programme for International Student Assessment) değerlendirmelerinde matematikte yirmi sekizinci sıradan, OECD ortalamasının 11 sıra altına, otuz beşinci sıraya gerilemiştir (Türkiye değerlendirilen 72 ülke arasında 46. sıradadır). Raporda özellikle matematik eğitimine daha fazla önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.
- ABD öğrencileri arasında mühendislik gözde bir seçenek değildir. En iyi öğrenciler, tıp, finans, hukuk ve yönetim gibi başka alanlara yönelmektedir. Teknolojinin gelişme hızına bağlı olarak mühendislik eğitiminin yarılanma süresi (okulda öğrenilen bilgilerin yarısının güncellenmesinin gerektiği süre) özellikle bilişim teknolojilerinde 4-5 yıla kadar düşmüştür. Firmalar ise eldeki iş gücünün eğitimini tazeleyecek önlemleri almak yerine eskilerin işine son vererek yeni mezun istihdam etmeyi tercih etmektedir. Bu nedenle yönetim kadrosuna geçemeyen pek çok mühendis ellili yaşların ortalarında erken emekli olmak zorunda kalmıştır. Buna karşılık, bir tıp mezununun bu yaşlarda mesleğe başladığı andaki gelirini ortalama 10 katına çıkardığı gözlemlenmektedir. ABD bu güne kadar yüksek nitelikli mühendis ihtiyacının büyük bölümünü ülkeye öğrenci vizesiyle aldığı çok yetenekli yabancı öğrencilerle karşılamıştır. Trump yönetiminin son aldığı kararlarla bu kaynağı ortadan kaldıracak yönde attığı adımlara dikkat çeken NA komitesi önümüzdeki 10 yılda ortaya çıkacak sorunlara acil önlem alınması gerektiğini savunmaktadır.
- CPS eğitimi yüksek maliyetli fiziksel test ve geliştirme ortamları gerektirmektedir. ABD üniversitelerinin çoğu bu gideri karşılayacak kaynaklardan ya yoksundur ya da bu yatırımı yapmakta isteksizdir.
- CPS disiplinlerarası ve bir ayağı endüstride olan teknik çalışma gerektirmektedir. ABD üniversite sisteminde kadro (tenur) ve terfi şartları bilimsel araştırma ve bilimsel bildiri yayınına dayalıdır. Dolayısıyla, özellikle kadro peşinde koşan genç öğretim üyelerinin önceliği endüstri ile ortak çalışma yapmak ve endüstride eğitim vermek değildir. NA komitesi bu güne kadar CPS alanında sağlanan önemli gelişmelerin neredeyse tamamının kadro sahibi, deneyimli profesörler tarafından sağlandığına dikkat çekmektedir.
- CPS eğitimi verecek hoca sayısı son derece kısıtlıdır. CPS eğitiminden beklenen ekonomik faydaların sağlanabilmesi için hocanın endüstriyel üretimde de deneyim sahibi olması kaçınılmaz görülmektedir. Ancak bu niteliklere sahip hoca sayısı son derece kısıtlıdır. Komite bu nedenle derslerin endüstride çalışan deneyimli mühendislerle akademisyenler tarafından ortaklaşa hazırlanmasını ve öğretilmesini önermektedir.
- CPS eğitiminde kullanılabilecek eğitim malzemesi ve ders kitabı sayısı son derece sınırlıdır. Son yıllarda CPS konusunda birkaç lisansüstü ders açan seçkin ABD üniversitelerindeki hocalar konuya özel ders kitabı yazmak gereksinimi duymuşlardır. Şu anda ABD'deki CPS eğitimi bilgisayar ya da elektronik mühendisliklerinin lisansüstü programlarında açılan yarım düzineden az ders ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Az sayıda üniversitede master programı açılmış olmakla birlikte

henüz bu konuda bir doktora programı yoktur. Ayrı CPS Mühendisliği bölümlerinin açılmasının ise yakın zamanda gerçekleşmesi beklenmemektedir.

İngiltere³⁴

- The Royal Academy of Engineering, mühendislik eğitime ilişkin değerlendirme ve önerilerini bir dizi raporla açıklamıştır (Educating Engineers for the 21st Century (2007), Engineering Graduates for Industry (2010), Achieving Excellence in Engineering Education (2012, ABD MIT Üniversitesi ile ortak çalışma) ve Effective Industrial Engagement in Engineering Education (2016) gibi).
- ABD gibi, İngiltere de üretimden hizmet tabanlı bir ekonomiye geçmiş olmanın sonuçlarını yaşamakta ve mühendislik eğitime olan ilgiyi artırmaya çalışmaktadır.
- Raporlarda, deneyim–öncül öğrenim (experience–led learning) adı verilen bir yaklaşım içerisinde endüstri–üniversite işbirliğini sağlamak üzere bir dizi öneri getirilmektedir. Bunlar arasında, üniversitelerde endüstriyel danışma kurulları kurulması (başkanı endüstriden olmak üzere), proje–tabanlı öğrenmenin özendirilmesi ve mühendislik programlarının ders listelerinin ve içeriklerinin endüstri ile birlikte hazırlanması gibi radikal öneriler de vardır. Endüstride yapılacak mühendislik stajlarının 6 aylık sürelerle çıkarılması hem endüstri kaynaklarının etkin kullanılması ve hem de yeni mezun mühendisler mezuniyet anında iş deneyimi sahibi olma olanağı sağlaması açısından önemli görülmektedir.
- Raporlar, endüstriden deneyimli mühendislerin VP (visiting professor) kimliği altında üniversitede ders vermesinin sağlanmasını önererek bunun endüstri–üniversite yakınlaşmasına önemli katkı sağlayacağını savunmaktadır.
- Raporlarda eğitimin içeriğine yönelik ayrıntılı ders listeleri ve ders içerikleri yer almamaktadır.

Almanya³⁵

- Almanya, geçmişte üretim yerine hizmet ekonomisine geçişi tercih eden diğer batı ülkelerinin aksine dünya genelinde üstün rekabet gücüne sahip bir üretim sektörünü titizlikle korumayı başarmıştır. Buna bağlı olarak, Fraunhofer Enstitüleri gibi kurumsallaşmış örgütler aracılığı ile üniversite–sanayi işbirliğini en etkin biçimde sağlayan ülkelerden birisidir. Fraunhofer–Gesellschaft örgütlenmesi içerisinde 69 büyük uygulamalı araştırma merkezi ve enstitü yer almaktadır.
- Son yıllarda KOBİ’ler için “Endüstri 4.0” girişimi çerçevesinde endüstri ve üniversiteler tarafından onlarca *öğrenme fabrikası* kurulmuş olup bunların kurulumuna ve buralarda gerçekleştirilen projelere devlet tarafından çeşitli yollarla finans desteği sağlanmaktadır.
- Almanya diğer mühendislik alanlarında rekabetçi gücünü korurken, özellikle yazılım bilişim teknolojileri ve sayısal platformlarda, küresel ticaret gibi alanlarda ABD, Japonya ve Çin gibi ülkelere oranla zayıflığının farkındadır. Bu nedenle “Endüstri 4.0” girişimi kapsamında ortaya çıkan yeni mühendislik eğitimi içeriği önerilerinde, bilişim teknolojileri, yapay zeka, büyük veri çözümü, yapay öğrenme gibi teknik konular kadar yeni iş modelleri geliştirme ve girişimciliğe

³⁴ Bu bölüm ‘Educating Engineers for the 21st Century’, 2007; ‘Engineering Graduates for Industry’, 2010; ‘Achieving Excellence in Engineering Education’, 2012; ‘ABD MIT Üniversitesi ile ortak çalışma’, ‘Effective Industrial Engagement in Engineering Education’, 2016; raporlarından alınmıştır. Söz konusu raporlar Bilişim Derneğinden Doç. Dr. Cesur Baransel, A. Eser Baransel, İ. İlker Tabak tarafından özetlenmiştir.

³⁵ Bu bölüm TTGV’nin Bilişim Derneği’ne gönderdiği soruların yanıtlarından alınmıştır. Doç. Dr. Cesur Baransel, A. Eser Baransel, İ. İlker Tabak tarafından hazırlanmıştır.

de vurgu yapılmaktadır. Mühendislik programlarında girişimcilik eğitimi vurgusu özellikle Alman KOBİ'lerinin küresel ortamda rekabet edebilir hale gelmesinde ve sayısal platformlarda küresel ticarete katılmasında önemli bir unsur olarak görülmektedir.

- Almanya kaynaklı yayınlarda eğitimin içeriğine yönelik ayrıntılı ders listeleri ve ders içerikleri yer almamaktadır.

Almanya’da Endüstri 4.0 ile İlgili Özel bir Mekan Öğrenme Fabrikaları

Almanya’da kurulan “öğrenme fabrikaları” Endüstri 4.0’ın en kritik ayağını oluşturmaktadır. Öğrenme fabrikaları, firmaların yeni teknolojiye yatırım yapmadan önce pilot projelerini gerçekleştirebileceği, olası yatırımlarının boyutunu, karmaşıklığını ve yeni teknolojilerin gerektirdiği iş gücü niteliklerini doğrudan gözlemleyebileceği ortamlar sunması açısından önemlidir. Firmalar, kendi üretim sistemlerini test ortamı olarak kullanmak yerine, ya da en kritik işlerini yükledikleri deneyimli mühendislerini hoca olarak görevlendirmek yerine; bu noktada ‘mühendisin eğitimi akademi ve sanayinin ortak sorumluluğudur’ görüşünden hareketle, bu tip ortak sorumluluk alanlarını tercih etmektedirler.

Öğrenme fabrikalarının firmalara sağlayacağı ekonomik faydalar açık ve elle tutulur niteliktedir. En yeni teknolojiyi, yatırım yapmadan önce deneme fırsatı sunmanın yanı sıra, yeni teknoloji firmaya geldiğinde başlatılması planlanan bazı ürün geliştirme çalışmalarını önceden tamamlayarak olası sorunları önceden görmek ve buna göre karar vermek açısından önemli maliyet ve zaman tasarrufu sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrenme fabrikalarının kurulması ve içerecekleri altyapının özellikleri meslek örgütlerinin gereksinimleri ve küresel rekabet unsurları dikkate alınarak son derece titizlikle belirlenmektedir. Almanya bununla ilgili olarak fabrikalar ve sunulacak projeler için Endüstri 4.0’a uyumluluk kıstasları belirlemiştir.

Çin

Ucuz işgücü ile ün yapmış olan Çin, sayısal teknolojilerde iddialı bir atılım içerisine girmiştir. Çin hükümeti ‘Made in China 2025’ Strateji Belgesi’nde, endüstriyel altyapıyı tamamen daha üst düzeye çıkarmayı hedeflediğini belirtmektedir. McKinsey Global Institute’un bu stratejiyi değerlendiren ‘The China Effect on Global Innovation’ (Küresel Yenileşimde Çin Etkisi) başlıklı raporu özetle şöyle demektedir:

“Ufukta Endüstri 4.0 görünmeye başlarken, küresel rekabette önemli bir güç olmaya devam edebilmek için, Çin bir ‘yenileşim süngeri’ olmaktan, bir ‘yenileşim lideri’ olmaya evrilmeyi hedeflemektedir.”

2016’da Yayımlanan Çinin ‘13. Beş Yıllık Plan’ı, Almanya’nın Endüstri 4.0 Stratejisi’nden ilham alarak hedefini daha somutlaştırmaktadır. Bu plan çerçevesinde Almanya ile, akıllı imalat teknolojilerinin geliştirilmesi üzerine stratejik bir işbirliği anlaşması yapılmıştır. Bu işbirliğinin somut sonuçlarından birisi özellikle anlamlı ve dikkat çekicidir. 2016 Haziran’ında Çin, Almanya ile ortaklaşa dev bir yatırım başlatmıştır; Shenyang Bölgesi’nde ‘Çin-Alman Ekipman İmalatı Endüstriyel Parkı’. Burada yenileşim odaklı Alman ve Çin firmaları, otomobilden akıllı makinalara, robotlara kadar akıllı ve yenilikçi üretimler yapacaktır. Ancak sadece akıllı fabrikalar inşa edilmemektedir. Bu fabrikalardaki üretimi gerçekleştirebilecek işgücünün yeteneklerini geliştirmek için, Çin ve Alman firmaları ortaklığıyla bir meslek yüksekokulu da oluşturulmuştur. Bunlara paralel olarak, Çin Hükümeti kişi başına 300 \$ olan

Ar-Ge kaynaklarını hızla artırmaktadır. Uluslararası yenileşim sıralamasında hızla yükselmekte ve dünyanın en iyi üniversiteler listesine çok sayıda üniversitesiyle girmektedir.

Hindistan³⁶

21. Yüzyılda Hindistanda Teknik Eğitimin Özellikleri ve Yapısı Nasıl Olmalıdır sorusunun yanıtı üç başlık altında toplanmaktadır.

Eğitimin Özellikler:

1. Endüstri açısından geçerli ve itici gücü teknoloji olan,
2. Akıllı Bilgi Yönetim Sistemiyle Ağ Yapısı kazandırılmış,
3. Müfredat tasarımında ve eğitimin sunulduğu sistemlerde yaratıcı,
4. Birlikte ve işbirliğine dayalı eğitimi/araştırmayı destekleyen ve kuvvetli bir endüstri arayüzüne sahip,
5. Bilgi üretimine ve endüstri açısından geçerliliği olan yaratıcılığa dayalı bir eko-sistem. 'Küresel Bilgi Girişimi' gibi işleyen bir eğitim olmalı.

Eğitimin Yapısı:

1. En başta Müfredatın tasarımı ve diploma programına ilişkin bölümler arası ve bakanlıklar arası sınırları koruyan eskimiş, geleneksel kalıplar yıkılmalıdır.
2. Bilim, mühendislik ve insani değerler arasındaki engelsiz sinerji ortamı desteklenmeli ve geliştirilmelidir.
3. Canlı ve sanal sınıflar ve laboratuvarlar yoluyla açık öğretim ve uzmanlarca bilgilendirilme süreçleri birbiri içine geçirilmelidir.
4. Haftanın her günü 24 saat boyunca gerçekten hizmet sunan bir bilgi üniversitesi ortamı geliştirilmelidir.
5. Becerileri ve bilimselliği koruyabilen ve bunu sürekli yapabilen, Esneklik ve Hesap Verebilirlik kavramlarını kullanan, gerçekten özerk bir yapıya sahip olan bir karar verme mekanizmasına, sistemine ihtiyaç vardır.

Eğitimin Elemanları:

1. Departmanlardan daha çok yüksekokul yapısından yararlanılmalıdır.
2. Fakülteler, örneğin, Bilim ve Mühendislik, Yaşam Bilimleri ve Tıp, İş Hayatı ve Endüstriyel İdare, Yaratıcı Teknolojiler ve Geleceğin Mühendisliği gibi birbirine entegre edilmiş fakültelere dönüştürülmelidir.
3. Kurulacak bütün teknik daldaki üniversitelerde "Teknoloji Geliştirme ve Yaratıcılık Merkezleri" kurulması esas olmalıdır.
4. Ulusal Bilgi Ağına bağlanmış küçük (az sayıda öğrencili) dersliklerin oluşturulması temel alınmalıdır.
5. "Sorun Çözümü"ne yönelik araştırma yapma ve düşünme becerisine sahip araştırma laboratuvarları gereklidir.
6. İdari sistem 'liyakati ve nitelikli sonuç almayı ödüllendiren bir tarz'a sahip olması için yeniden düzenlenmelidir.

³⁶ Bu bölüm, Jayesh C S Pai'nin "Education +Industry - Training For: Industry 4.0: From the Internet of Things to Smart Factories" sunumunun 18. saydamından 27. saydamına kadar olan kısımdan alınmıştır.

7. Fakültelerdeki eğitim kadrolarının istihdamında esas ilkeler; Stanford, Harvard, Yale ve MIT gibi önde gelen dünya üniversitelerinde uygulanan benzer tarzda, eğitim verme ve araştırma yapma yeteneklerini eleştirel biçimde geliştirmeye yönelik, esnek ücretlendirme paketleri hazırlayabilecek yetenekte olmalı, verilen görevlerin yerine getirilip getirilmediğini ve/veya ne kadar yerine getirildiğini sürekli ve tutarlı izleyebilecek objektif bir görev takip sistemini öngörmelidir.
8. Entelektüel başarıların takdir edilip ödüllendirildiği ve bilgi yaratımı yoluyla elde edilen zenginliğin paylaşıldığı bir sistem oluşturulmalıdır.
9. Öğrencilerin ve fakültelerin başlattıkları (ticari) girişimlere destek verilmeli, disiplinler arası öğrenci timlerinin yaratıcılığa ve yeni ürün geliştirmeye yönelik angajmanları teşvik edilmeli, desteklenmelidir.

Teknik eğitimde 5 önemli bağlanma noktası olmalıdır:

Bilgi Ağlarına Bağlanma

İlk ve en önemli bağlanma noktası eğitim / araştırma kurum ve kuruluşlarının dünya çapındaki muazzam bilgi ağlarına bağlanmasıdır. Bağlantılı olmanın ve yaygın ağ kurabilmenin gücünden öğrencilerin ve fakültenin yararlanmasının sağlanması, onların günün en gelişmiş bilimsel ve teknik ilerlemelerinin durumunu daha derinden kavramalarını sağlayıp geliştirecek, kendi yetenek ve becerilerini teknik-yoğun bir ortamda, varolan “çağdaş” bilgi düzeyinde geliştirmelerinin önünü açacaktır.

Endüstriyle Bağlanma

Verilen eğitimin anlam ve geçerliliği açısından, bu mutlak surette gerekli bir adımdır. Uzmanlığa dayalı dersler verilirken, teknoloji üzerine atölye çalışmaları yapılırken, büyük çaplı projelerde yol gösterme/danışmanlık bağlamında yer alınırken ve öğrencilere staj olanakları tanınırken endüstriyle işbirliği yapılması, eğitimin endüstrinin gereksinimleri ile bağlanması açısından en temel bir adımdır. Endüstriyle eğitim arasında kurulan bu bağ giderek eğitim ve araştırma kurumlarıyla endüstrilerin yeni ürün geliştirme, yaratıcılık ve teknoloji geliştirme alanında birlikte ileri adım atmasını getirecektir.

Toplumla Bağlanma

Eğitim kurumlarının içinde kurulu oldukları toplumla bağ kurarken, toplumun çeşitli acil sorunlarına odaklanıyor olması önemlidir. Örneğin, enerjinin verimli kullanımı, enerjinin sakınımı, çevreye verilen zararların önüne geçilmesi, içme suyu kalitesinin korunması ve yükseltilmesi gibi önemli sorunların birlikte çözümü için adım atmaya yönelik ortak yapıların kurulması, toplumu sorunların çözümüne katma açısından değer taşır. Ortaya çıkan yeni teknolojiler alanında yerel coğrafyada eğitilmiş insan gücünün yaratılması ve bunların sayısının artırılması, toplumda bilime ve mühendisliğe olan ilginin özendirilip geliştirilmesi açısından yerel okullarla “partner” bağlantıları kurulması kritik önemdedir.

Ulusal ve Küresel Mesleki Profesyonel Örgütlenmelerle Bağlanma

Kurulacak bu bağ, nerede neler oluyor, irili ufaklı ne gibi gelişmeler kaydediliyor, hangi küresel kurumlar nelere odaklanıyor, hangi tür araştırma ve geliştirme faaliyetlerine öncelik veriliyor gibi can alıcı önem taşıyan “bilgi ve enformasyon akışı”nı ve bununsürekliliğini güvence altına almak açısından önemlidir. Böylece akademik çevrelerle endüstrilerin arayüzü de kuvvetlendirilmiş olmaktadır.Bu

ayrıca, araştırma-geliştirme faaliyetinin kalitesi ve geçerliliği açısından bilim insanlarının birbiri üzerindeki basıncını artırdığı gibi, fakültenin yaşamsal damarlarının beslenmesi ve geliştirilmesinde de kritik önemdedir. Bunlar, çeşitli yollardan yapılabilir. Her kuruluş içinde ders müfredatlarını izleme ekibi, bilgi izleme ekibi, teknoloji izleme ekibi, yeni ürünler ve yaratıcı gelişmeleri izleme ekibi gibi profesyonel kuruluşların da içinde yer alacağı girişimlerin oluşturulması, odaklanmış internet “hub”larının, “portal”ların kurulması bunlar arasındadır.

Yerel ve Küresel Teknik Eğitim Sistemleriyle Bağlanma

Yerel ve küresel eğitim sistemleriyle bağlanmak, Ar-Ge faaliyetleri sürdüren kuruluşlarla, ulusal veya küresel düzeyde eğitim veren üniversitelerle birlikte hareket etmeyi, işbirliğini, bağlaşıklık kurmayı teşvik eden yaşamsal bir adımdır. Kuruluşlar, bu bağı ve bağlantıları giderek daha alt düzeylere indirerek, bilim insanları ve hatta öğrenciler arasında kurulacak mesleki-bilimsel bağlar düzeyinde örgütleyebilirler. Tabii, bütün bu bağlantıların, ilişkilerin sürekli değerlendirmeden geçirilmesi, kalite ve mükemmelliğe (sonuç almaya) vurgu yapılması sonuç alma açısından esastır. Bugün içinde yaşadığımız bilgi çağında herhangi bir alanda yapılan faaliyete adanan çaba ve enerjiden azami sonuç alınması açısından, birlikte çalışmaya ve işbirliği yapmaya odaklanılması canalcı önemdedir. Üniversiteler, araştırma kuruluşları, bilgi geliştirmeye dayalı “Think-Tank” örgütlenmeleri hem birbirleriyle, hem de uluslararası platformlarda birlikte çalışmanın ve işbirliği yapmanın, kalıcı bağlar kurmanın mekanizmalarını geliştiremezlerse, mühendislik eğitimi ve teknoloji geliştirmeye dayalı eğitim güdük kalır, giderek sönmülmektedir, önem ve ağırlığını yitirir.

TÜRKİYE'DE DURUM

21. Yüzyılda giderek artan ölçülerde, yenilikçi fabrikalarda işgücünün nitelik ve becerileri başarının anahtarı olacak ve geleceğin gelişmiş imalat sektöründe insan faktörünün önemi de artacaktır. Bu nedenle potansiyel yetenek havuzunun oluşturulması aşamasında hükümetler, üniversiteler ve sanayi sektörü işgücünün eğitilip geliştirilmesi için işbirliği yoluna gitmektedir.

Bugün ilkokula başlayacak olan çocukların %65'i henüz mevcut olmayan, tamamen yeni iş türlerinde çalışmaya başlayacaklardır. Böyle hızlı gelişen bir istihdam manzarasında, 'gelecekteki beceri gereksinimlerini öngörme ve hazırlama yetisi' işletmeler, hükümetler, bireyler için bu eğilimler tarafından sunulan fırsatları tam olarak kontrol edebilmek ve istenmeyen sonuçları hafifletebilmek nedeniyle hızla kritik bir önem arz etmektedir. Eğitim sürecinin en başından, ilk 'öğretim ve eğitimin' verilmesinden itibaren, bireylerin kendi ayakları üstünde durmasının ve bağımsız düşünüp davranmasının geliştirilmesi esastır. Bu aynı zamanda eğitimcilerin, akademilerin ve mesleki okulların tamamen yeni görev setleriyle donanmasını gerekli kılmaktadır.

Endüstrinin dönüşümü yüzünden daha fazla ihtiyaç duyulacak şeyler arasında tekrar tekrar sosyal yetkinlikler de gösterilmektedir. Bu dönüşüm disiplinler arası ve disiplinler ötesi, yani farklı alanlarda ve farklı bölümlerle, şirketlerle, müşteriler ve/veya toplumla iş birliğine yatkın insanlara gereksinim duymaktadır. Bu işbirliği, aynı zamanda başkalarıyla birlikte çalışma ve her şeyin ötesinde başka bilgi ve deneyim kaynaklarıyla ortak iş yapma, bireylerin sistemik düşünme yeteneğini kazanmasının aracıdır. Ek bilgi ve beceriler ise vasıflı emeğin yöneticileri için gündeme gelmektedir.

Oysaki günümüzde 'öğrenme' içeriğinden daha fazla, yüksek öğrenim sertifikalı formlara bağlı prestij primi ötesinde gelecek toplumların, hatta bugünün toplumlarının bile, gereksinimlerine yanıt vermemektedir. Ancak Türkiye'de yenilikçi üniversite yapılarının uygulanmaya başlandığı görülmektedir. Bu yapılarda, mühendislik, doğa bilimleri ve sosyal bölümler 2 senelik ortak program yürütmekte, daha sonra öğrenci hangi alan veya alanlarda yetkinleşmek istiyorsa o bölümlerden seçtiği disiplinlere uygun dersler almak suretiyle kendine özgü bir alan oluşturmakta ve temel yetkinlikleri kazanmaktadır.

Dolayısı ile Türkiye'de bizim toplumumuzun gereksinimlerine yanıt verebilecek eğitim önerilerini gerçekleştirirken bir yandan mevcut durum değerlendirilmiş, bir yandan da Türkiye'nin özellikle imalat alanındaki küresel uyum ve bütünleşmesi göz önünde tutulmuştur.

Bu kapsamda Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi ve Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nin dikkate alınması ve 8 seviye ve her seviyede bilgi, beceri ve yetkinlikler bütünü olan yeterlikler çerçevesinin referans alınması önerilmektedir.

Hayat Boyu Öğrenme için Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ), yeterliliklerin anlaşılması ve karşılaştırılması için geliştirilen hayat boyu öğrenme politika aracıdır. AYÇ, yeterliliklerin işverenler, bireyler ve kurumlar tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, çalışanların ve öğrenenlerin yeterliliklerini diğer bir ülkede kullanabilmesinin yolunu açmakta, ülkelerin yeterlilik sistemlerinin birbirleriyle bağlantısını sağlayan ortak karşılaştırma aracı işlevi görmektedir. AYÇ'nin iki temel prensibi vardır:

1. Bireylerin ülkeler arasında hareketliliğini teşvik etmek
2. Hayat boyu öğrenmelerine yardımcı olmak

AYÇ, kıyaslama ve işbirliğini mümkün kılmak amacıyla oluşturulmuş bir üst çerçeve olup farklı ülkelerin ulusal yeterlilik sistemlerini ve çerçevelerini sekiz ortak Avrupa referans seviyesi aracılığıyla ilişkilendirmeyi hedefleyen bölgesel bir yeterlilik çerçevesidir. AYÇ, hayat boyu öğrenmeyi geliştirmeye yönelik bir araç olarak; örgün, yaygın ve serbest öğrenme ortamlarında gerçekleşen öğrenmeleri kapsamaktadır. AYÇ'nin temelini, her seviyede sahip olunması gereken asgari ortak bilgi, beceri ve yetkinliklerin tanımlandığı sekiz seviye oluşturmaktadır. Bu seviyeler, seviye tanımlayıcısı olarak adlandırılan bilgi, beceri ve yetkinlikten oluşan öğrenme kazanımı ifadeleriyle tanımlanmaktadır. (Bknz: <http://www.myk.gov.tr/index.php/tr/avrupa-yeterlilikler-cercevesi>)

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ); Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi ile uyumlu olacak şekilde tasarlanan; ilk, orta ve yükseköğretim dâhil, meslekî, genel ve akademik eğitim ve öğretim programları ve diğer öğrenme yollarıyla kazanılan tüm yeterlilik esaslarını gösteren ulusal yeterlilikler çerçevesini ifade etmektedir. (Bknz: <http://www.myk.gov.tr/index.php/tr/tuerkiye-yeterlilikler-cercevesi>)

Takip eden bölümde, Sanayide Sayısal Dönüşüme bağlı olarak eğitim ile ilgili sorunlar, öneriler ve değerlendirmeler Çalışma Grubu Üyelerine anket yoluyla sorulan sorulara (Ek-4) verilen cevaplar ve katkılarla hazırlanmıştır. Çeşitli katılımcıların sorulara verdiği yanıtlar dört başlık altında gruplanmıştır; önce soru daha sonra farklı katılımcıların yanıtları sıralanmıştır. Bu sorulara; Prof. Dr. Ali Güvenç Gökten, Prof. Dr. Lale Akarun (Boğaziçi Üniversitesi), Yrd. Doç. Dr. Özkan ATAN (Yüzüncü Yıl Üniversitesi), Özgür Özlük (MEF Üniversitesi), C.Hakan Aydın (Anadolu Üniversitesi), Doç. Dr. Cesur Baransel (T.Bilişim Derneği), A. Eser Baransel (T.Bilişim Derneği), İ. İlker Tabak (T.Bilişim Derneği), H. Elçin Tanyeli (Tübitak Bilgem), M.Kudret Ceran (Ekonomi Bakanlığı), Seda Kalaycı (Kosgeb), Levent Şen (TSE), (ODTÜ-Biltir), Yaprak Metin (Toksöz Grup), Emre Çaptuğ (CMP), Ceyhan Göcenoğlu (IBM), Metin Nil (Vestel), Çoşkunöz Eğitim Vakfı, Özlem Güçlüer (OSD), Gözde Erbaz (Robincode), Ülkü Arslan Aydın (Womentechankara), Yiğit Ergin (Karel) yanıt vermişlerdir.

Mesleki Eğitim

Öncelikle hangi sektörler bu değişime gereksinim duyacaklardır?

- Endüstrideki dönüşümün ilk etkileyeceği sektörler, ihracat kapasitesine sahip özellikle Avrupa'ya ürün sağlayan sektörler olacaktır. Bu sektörler genellikle ara ürün ürettiklerinden dolayı bu sektörlerden Avrupa'daki partnerleriyle uyumlu üretim bantlarına sahip olması ve kaliteli ürün geliştirilmesi beklenecektir. Bu bağlamda otomotiv ve ileri teknoloji ürünlerinin tedarikini sağlayan veya Avrupa'daki şirketlere yan sanayi ve yedek parça üretiminde bulunan şirketlerin dönüşümü önem arz etmektedir.
- Tüm sektörler ihtiyaç duyacaktır fakat öncelikli olarak IT, otomasyon, otomotiv, elektronik sektörleri etkilenecektir.
- Genel olarak üretim maliyetlerinin birinci derecede belirleyici olduğu sektörler etkilenecektir. İlk akla gelenler, Beyaz Eşya, Otomotiv, Gıda, İlaç sektörleridir.
- Türkiye Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi (2011–2016); Stratejik Çerçevesi kapsamında bazı konular odak alanları olarak belirlenmiştir. Bu sektörlerden Ar-Ge ve yenilik kapasitemizin güçlü olduğu alanlarda; 'Otomotiv, Makina İmalat, BİT' ve ivme kazanmamız gereken alanlarda; 'Savunma, Enerji, Uzay, Sağlık, Gıda'da öncelikli olarak değişimin ve gelişimin gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.
- Hemen tüm sektörler bu değişimi yaşayacaktır. Sektör bazlı bir değişimden söz etmek bence hatalı olur. Belki hep büyük ölçekli işletmeler akla gelmektedir ama küçük ve orta ölçekli işletmelerde de değişim hızla hissedilecektir.
- Teknolojik dönüşüm doğrultusunda öncelikli olarak üretim/imalat alanında otomotiv, beyaz eşya gibi sektörler öne çıkmış durumda görünmektedir. Ancak sektörlerdeki bu değişime yanıt verecek insan gücünün yetiştirilebilmesi için eğitim sektörü dijital dönüşüme acil olarak gereksinim duymaktadır. Öğretmen eğitimi programları bu değişim ve ihtiyaçlar doğrultusunda gözden geçirilmeli ve yenilenmelidir. Bu doğrultuda eğitim uzmanları ile birlikte yapılacak analiz ve teknoloji planlaması çalışmaları sonrasında kurum ve kuruluşların eğitim, öğretim ve öğrenme faaliyetleri, ortamları ve materyalleri tasarlanmalıdır.
- Yeni sanayi devrimi, öncelikle sanayide dijital dönüşüm olmakla birlikte, yaşamın her alanında dönüşümü ifade ettiği düşünüldüğünde, ülkemizde hizmet sektörleri dahil, tüm sektörlerin bu değişime ihtiyaç duyacakları açıktır. Dijitalleşen, ağ yapılarında çalışan, büyük verilerin toplandığı ve işlendiği, araştırma-geliştirme ve üretim süreçlerine sahip, siber güvenlik korumalı, karar destek ve otonom yapılara sahip tüm sektörlerde değişim gerçekleşecektir. Ancak ülkemizde aktif sektörlerden öncelikle, İmalat-Makina Teçhizat-Otomasyon Tasarım /Üretim Sektörü, Kimya-Malzeme Sektörü, Bilgi ve İletişim Teknolojileri Sektörü, Savunma –Havacılık Sektörü, Perakende Ev Cihazları-Aletleri Sektörü, Otomotiv Sektörü, Eğitim Sektörü, Tekstil Sektörü, Gıda Sektörü, Lojistik Sektörü ilk etkilenecek sektörler arasında sayılabilir. Gelişmekte olan Sağlık Sektörü-Biyomedikal Tıp, Biyoteknoloji, Nanoteknoloji sektörleri de ilk etapta etkilenecek sektörlerdendir. Ayrıca, yakın zamanda oluşacak gelişmelerle şu anda tanımlanmamış yepyeni sektörlerin oluşacağı değerlendirilmektedir.

Bu konuda birleşen veya yeniden sınıflandırılan teknoloji alanları hangileridir?

- Sadece Otomotiv alanını oluşturan disiplinler ve ilgili sektörler sıralanacak olursa:
 - Demir Çelik, Tekstil, Lastik, Petro, Kimya, Cam, Elektrik, Elektronik, Yazılım, Makina
 - Savunma, Tarım, Turizm, Ulaştırma, Alt Yapı, İnşaat'tır.

Dolayısıyla çalışmaların verimini ve hızını arttırmak için mühendislerin de çok disiplinli bir anlayışla ve farklı disiplinlerin nosyonları ortaklaştırılmış biçimde yetişmesine ihtiyaç vardır.

Örneğin birleşen ve yeniden sınıflandırılan alanlar:

Mekatronik/Otomasyon/Kontrol/Bilgisayar/Elektronik/Haberleşme/Enerji “Akıllı lojistik, otonom sistemler, insan-makina etkileşimi, iş bilgi işlemi (business information), mobility, connectivity, Yatay-dikey entegrasyon yazılımları, Akıllı robotlar, 3D printer’lar, Endüstriyel IoT, Siber güvenlik gibi.

- Robotiks, akıllı sistemler (intelligent systems), sanal zeka (artificial intelligence), sosyal ağlar (social networks), genişletilmiş gerçeklik (augmented reality), yapay sinir ağları (artificial neural networks), uzman sistemler (expert systems), biochip ve açık kaynak sistemler üzerinde durulması gereken teknoloji alanlarıdır.
- Yaygınlaşmakta olan “Herşeyin Interneti” uygulamaları ile birçok teknoloji alanı özellikle de makina, elektronik, bilgisayar, enformatik, robotik alanındaki teknolojiler birleşmekte ya da yeniden sınıflandırılmaktadır.
- Yeni teknoloji alanları bilimsel ve teknolojik ihtiyaca göre disiplinlerin kombinasyonları haline gelmektedir. Halihazırda nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analitiği, yapay zeka ve makina öğrenmesi, siber güvenlik, akıllı ve insanla çalışabilen otonom robotlar, çok katmanlı üretim, siber fiziksel sistemler, sensörler, arttırılmış gerçeklik, simülasyon, yatay/dikey yazılım-sistem entegrasyonu, genetik ve blok zinciri alanları olarak 13 ana bileşenden oluşmaktadır.
- Bilgi Güvenliği konuları ISO27001 şemsiyesi altında birleşmiştir. Makinalar Arası İletişim (M2M), standartların savaştığı ve bazı teknolojilerin kaybolacağı bazılarının ise defacto standartlar olarak öne çıkacağı bir alandır ve taşıyıcı sütunlardan biri olacaktır.

Önümüzdeki Yıllarda En Fazla Artış Beklenen 10 Meslek Hâgileri Olacaktır?

- Endüstriyel Veri bilimciliği - Endüstriyel Veri Uzmanı (ağ sistemleri, istatistik bilimi ve programlama prensiplerine hakim)
Robot Koordinatörlüğü
IT/IoT Çözüm Mimarlığı
Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği / Programcılığı
Bulut Hesaplama Uzmanlığı
Veri Güvenliği Uzmanlığı
Şebeke (ağyapı) Geliştirme Mühendisliği
3-D Yazıcı Mühendisliği
Endüstriyel Kullanıcı Arayüzü Tasarımcılığı
Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı olacaktır.
- Yeni meslekler; Sosyal medya müdürü, medya teknolojisti, veri analisti, IT Security, endüstriyel veri bilimciliği, robot koordinatörlüğü, IoT çözüm mimarlığı, bulut hesaplama uzmanı, veri güvenliği uzmanı, 3-D yazıcı mühendisliği, giyilebilir teknoloji tasarımcılığı, robot psikoloğu vb. olacaktır.

Söz konusu sektörlerin bugün ve yakın gelecekte ihtiyaç duyduğu personellerinin donanımları ne olmalıdır?

- Şirketlerin personel departmanlarında toplanan 9 alt başlık incelendiğinde Bilişim teknolojileri anahtar kelime rolündedir. Bu nedenle personelin bilişim sistemleri konusunda yetkin olması gerekmektedir. Bu özellikleri sıralayacak olursak şu özellikler ön plana çıkmaktadır;
 - . Algoritma geliştirme ve görsel programlama yeteneği: Sanal ve arttırılmış gerçeklik, sistem entegrasyonu, üretim sistemlerinin simülasyonu konuları doğrudan bu yeteneğe sahip olma gereksinimi ortaya çıkaracaktır.
 - . İstatistik ve veri madenciliği: Büyük veri ve nesnelerin internetinden yola çıkarak gelecekte akıllı üretim sistemlerine sahip firmaların ihtiyaç duyacağı niteliklerden biridir.
 - . Bilişim Ağları ve Güvenliği: Günümüzde de oldukça popüler olan ve şirketlerin ihtiyaç duyduğu bir alan olduğu gibi gelecekte de hayati önem arz edecek ve belki de şirketlerin stratejik özellikleri arasında olacaktır. Bundan dolayı bu nitelikteki personele ihtiyaç duyulacaktır.
 - . Robot Tasarımı: Robot teknolojilerinin yeri daha da artacaktır. Bundan dolayı robot tasarımı özellikle otonom robotlar üzerine bilgi ve deneyim şirketlerin istediği bir nitelik olacaktır.
 - . Endüstriyel Tasarım: 3 Boyutlu tasarımı bu alanda prototip geliştirme, yeni nesil şirketlerin kişisel ürünlere verdiği önem ile doğru orantılı olarak artacaktır.
- Endüstrideki dönüşümün ana hedefi, otomasyon (kontrol, yazılım, elektronik, sensörük, networking) yoluyla, mevcut süreçlerde personel işgücünün payını düşürmek ve işin mümkün olan bütün aşamalarını kontrol algoritmalarına ve robotlara teslim etmektir. Endüstrinin alanlarının otomasyona uygunluğu sektörler göre farklı düzeylerde. Bu nedenle sektörler arasında kalite sorunlarının çözümü için, otomasyonun nispeten daha kolay uygulanabileceği alanların seçilmesi ve bunlara öncelik verilmesi gerekir. Otomotiv, bu sektörler arasında öncelikli, uygulamaya açık ve kısmen hazır bir alan olarak görülmektedir. Üretimde ve ürün geliştirmedeki dönüşüm düşünüldüğünde savunma sanayi, havacılık, elektronik, makina, medikal tıp, malzeme bilimi, biyoteknoloji, nanoteknoloji alanlarında da etkileşim görülecektir. Ayrıca hedef sektör olarak değilse de tüm sektörlerde hakim olunması ve disiplinler arası iletişim açısından öncelikli olarak yeniden ele alınması gereken alan yazılım olmalıdır. Söz konusu sektörlerin bugün ve yakın gelecekte ihtiyaç duyduğu çalışanlarının donanımları aşağıda sıralanmıştır:
 - . Matematik; problem analizi, problem çözme becerilerini kazanmış
 - . Temel mühendislik yetkinlikleri oturmuş
 - . Problemlere sistematik yaklaşım teknikleri ile ilgili bilgi sahibi
 - . Makina, elektronik ve elektrik bilgileri bulunan
 - . Proje bazlı sorunları ele alma becerisini kazanmış
 - . Araştırma, yorumlama, sosyal ve iletişimsel beceriler ile desteklenmiş
 - . Simülasyon, sanal test gibi yeni teknoloji uygulamaları ile ilgili yazılımları kullanabilen
 - . Programlama yapabilen, Veri analizi yapabilen
 - . Haberleşme protokolleri veri güvenliği konularını bilen
- Gereksinim duyulan personel;
IT alanında müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilecek ileri seviye otomasyon sistemlerini hem tasarlayacak hem de uygulayacak teknik bilgiye sahip olmalıdırlar.

Otomotivde araçların connected olması vizyonunda ileri seviye sensör eğitimi ve bu sensörlerin hem araçlarda hem de araçları üretirken kullanılmasında teknik bilgiye sahip olmalıdır. Toplanacak verilerin analiz edilebilmesi için teknik donanıma sahip olmalıdır.

Elektronikte makine-robot(M2M veya M2X) bağlantısı, ürün bağlantısı bilgisine sahip olmalıdır. Toplanacak dataaların analizlenmesi için teknik donanıma sahip olmalıdır.

Ek olarak:

- . Disiplinler arası işbirliği
- . Girişimcilik
- . Yenileşime(İnovasyona) ve değişime hızlı adapte olabilme
- . Risk alabilme ve belirsizlikle baş edebilme yeteneği
- . Karar Üreten
- . Motivasyon, beceri liderliğine sahip olmalıdır.
- Öncelikli donanımlar şu şekilde öne çıkmaktadır :
 - . Karşılaştığı/içinde yer aldığı durumlarda bağlamı (sorunu/olayı, kaynaklarını, etkileyen ve etkilenen faktörleri, vb. unsurlar) doğru anlamak
 - . Geçerli ve güvenilir bilgiye (enformasyon, veri, bilgi) her yerden ve her zaman kolay erişebilmek
 - . Geçerli ve güvenilir veriye dayalı kararlar alabilmek
 - . Teknolojiyi hedefleri ve ihtiyaçları doğrultusunda kullanabilmek
 - . Teknolojiyi günlük hayatının (iş ve özel) bir parçası haline getirebilmek
 - . Değişime, yeniliğe, farklılıklara açık olmak
 - . Zorluklar karşısında yılmamak
 - . Yazılı, sözlü, görsel yüz yüze ve çevrimiçi etkili iletişim kurabilmek
 - . Karşılaştığı/içinde yer aldığı bağlamlarda çevresindekilerle empati kurabilmek.
- Yaşadığımız bu dönüşüm sürecinde her düzeyde eğitim ve öğrenme ihtiyacı değişim gösterirken eğitimden beklentiler çeşitlenerek artmakta ve bireylere 21. yüzyıl becerileri kazandırma yönünde somutlaşmaktadır. Değişime ayak uydurabilmek, başkalarıyla birlikte etkin çalışabilmek, sürekli eğitim yoluyla öğrenmeyi sürdürmek, öğrenmeyi öğrenmiş olmak eğitimli insan profilinin en önemli niteliklerini oluşturmaktadır. Bilgiye erişebilen, bilgiyi paylaşabilen ve bilgi üretebilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Sektörlerin bugün ihtiyaç duyduğu personellerinin donanımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:
 - . Değişim gerçekleşmesi beklenen sektörlerin çalışma alanlarında, gerçekleşecek yeniliklerin temel bilim ve teknolojileri hakkında profesyonel detaylı bilgiye sahip olması, yenilikleri sürekli takip etmesi, bunları içselleştirmesi,
 - . Bu konularda en az yeni teknolojileri kullanma kapasitesine sahip olacak şekilde, tercihan bilim üretecek veya teknoloji geliştirecek şekilde yetiştirilmiş olması,
 - . Bilim, teknoloji ve kendi meslek alanında yeni gelişmeleri takip eden ve çalışmalarına uygulayabilen, meraklı kişilik özelliklerine sahip olması,
 - . Öğrenmeyi öğrenme ve en az bilgiyi doğru aktarmayı, tercihan öğretmeyi öğrenme yetkinliğini edinmiş olması,
 - . Matematiksel yetkinlik, analitik, sayısal, bilişimsel, disiplinler arası, algoritmik düşünme, yaratıcılık,
 - . Mühendislik süreçlerinde yetkinlik, en azından aşinalık, tasarım metodolojisi ile uygulamaya dönük yaklaşımlara sahip olması,

- . Dijital yetkinlik (bilgi ve iletişim teknolojilerinde temel yetkinlikler), dijital okuryazarlık, dijital ortamları kullanmada yetkinlik,
- . Ekip çalışması, karar verebilme, problem-sorun çözebilme yetkinlikleri,
- . Araştırma sistematığına sahip olma, ileri düzey araştırma yapabilme yetkinliği,
- . Disiplinler arası bakış açısını mühendislik disiplinleriyle bir araya getiren yöntemleri kullanım, farklı disiplinleri bir arada kullanabilme becerisi, çoklu disiplinlerde çalışma becerisi,
- . Türkçe’de ifade yetkinliği, en az İngilizce, tercihan iki önemli yabancı dilde yetkinlik,
- . Girişimcilik formasyonuna sahip olması,
- . Kültürel farkındalık ve birikime sahip olması.
- Sektörlerin yarın ihtiyaç duyacağı personellerinin donanımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:
 - . Yukarıda belirtilen, sektörlerin bugün ihtiyaç duyduğu personel donanımlarına sahip olması,
 - . Çalışma alanlarında bilim üretecek, teknoloji geliştirecek ve yeni teknolojileri kullanma kapasitesine sahip olacak şekilde yetiştirilmiş olması. Destekleyici bilgi için (bkz. <http://www.p21.org>)
- Endüstri mühendisliği temel disiplinlerine sahip olmalıdır, sistem ve süreç mentalitesinin belirli bir minimum seviyesinin yerleşmiş olması gereklidir. Bulut Bilişim, IoT, Büyük Veri gibi teknoloji alanlarında mümkün olduğu kadar çok farkındalık olması avantaj olacaktır.
- Yukarıda bahsedilen sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler, geçiş sürecinde Ar-Ge çalışmalarına ve sistemli bir üretim sürecine, Akıllı ve Dijital Fabrikalara ihtiyaç duyacaklardır. Bu ihtiyacın sonucu olarak; ilgili sektörlerde uzmanlaşabilen, sektörün ihtiyacına yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalara hakim ve bu konuda yeni fikirler geliştirebilecek; ‘Yazılım, Donanım, Tasarım, Veri Analizi, Siber-Fiziksel Sistemler konusunda analiz ve kurulum yapabilme, sistem modellemesi yapabilme, robot kullanabilme, bilgisayarla bütünleşik imalat sistemi kurma ve kullanabilme (gelişen teknolojiyle en çok ihtiyaç duyulacak alanlardan biri olduğu düşünülmektedir.)’ gibi donanımlarda personellere ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir.

Üniversite öncesi eğitim (okul öncesi-ilk-orta-lise)

Okul öncesi

Okul öncesi eğitimi neyi hedeflemelidir ?

Okul öncesi eğitimde çocuklarda fizyolojik ve psikolojik gelişim üzerine odaklanarak aşağıdaki yeteneklerin geliştirilmesi önerilmektedir.

- Çocukların kendini de içinde konumlandırarak, yaşadığı çevreyi anlayabilmesi, ilişkilendirme, benzerlikleri örüntüleri fark edebilmesi,
- İfade yeteneğinin gelişmesi, alternatif çözüm üretebilen, sosyal gelişime ve paylaşıma açık
- İletişim, sosyalleşme-grup içi çalışmalar gerçekleştirilmesi, takım çalışması
- Basit sebep sonuç ilişkilerini görme ve kullanma, analiz becerisine giriş,
- Sorgulama, planlama, karar verip uygulama (proje tabanlı öğrenmenin ilk adımları),
- Doğru adımları doğru sırada atarak algoritmik düşünme becerisine başlangıç,
- Problem çözme becerisine giriş,
- Hayalden yaratıcı düşünce oluşturmaya yönelim,
- Başlangıç seviyesinde teknolojiye aşinalık.

Hedeflenen anaokulu düzeyi öğretimi için öğretmenlerin/eğiticilerin eğitimi planlanmalıdır. Bu alanda öğretmenlerin/eğiticilerin en az lisans seviyesinde eğitim alması hedeflenmeli, akademik olarak lisansüstü dereceler yapmaları teşvik edilmelidir.

Nasıl bir program uygulanmalıdır?

- Oyunlaştırılmış hobiler, etkileşimli oyunlar
- Eğlendirerek, merak ettirerek, sorgulatarak oyun bazlı öğretim,
- İzleyen değil üreten birey mantığını aşılayan yap-üret eğitimi,
- Kodlama-Algoritma (sıralı düzen) mantığı oluşturan eğitim programları, sembolik komutlara dayalı kodlama eğitimi,
- Sembolik oyunlar, sembolik çalışmaların gerçek dünya problemlerine ve çözümlerine ilişkilendirilmesi,
- Öyküleştirme, dramatizasyon çalışmaları,
- Kavramların tasarlanmış senaryolarla öğretimi,
- Süreç, sonuç, kazanım odaklı, oyun ve etkinlikler ile öğretim,
- Aşamalandırılmış problem çözme çalışmaları,
- Yaratıcılığı, sorgulayıcılığı destekleyici, kurgulanmış programlar.

Uygun eğitim yöntemleri neler olabilir ?

- El-göz-vücut koordinasyonunu geliştirici oyunlar, rol oynama, drama, ifade etme / hikayeleştirme
- Görsel eğitim: ikon, şekiller ve görsel bileşenler, renkli materyaller ile eğitim,
- Bloom Taksonomisine göre öğrenme basamaklarına uygun eğitim yöntemi (*Bloom Taksonomisi: Öğrenmede bir model. Modeli oluşturan temel, öğrenciye etki eden kişisel algılama farklılıklarını kontrol altında tutarak öğretimin niteliğinin kontrol edilebilmesidir. Bu*

model ek çaba ve zaman ile her öğrencinin verilmek istenilen bilgiye ulaşmasının mümkün olduğunu göstermektedir. Bunun içinde üç temel değişken vardır; öğrenci nitelikleri, öğretim hizmetinin niteliği, öğrenme ürünleri.)

- Kişiselleştirilmiş eğitimin kademeli uygulanmasıyla,
- Problemleri basit ölçekte basamaklandırarak,
- Eğitimi algıların tümünü devreye sokacak oyunlar üzerinden gerçekleştirerek,
- Çoklu zeka yöntemlerinden yararlanılarak,
- Kısmen, az yoğunlukla dijital araçlardan yararlanılarak,
- Deneme ve yanılma yaklaşımları kullanılarak,
- Eğitimin her aşamasında gerçekleştirilen etkin izleme, ölçme-değerlendirme sonuçlarının, eğitim sırasında geri bildirimini vererek ve faaliyetlere uygulatarak.
- Animasyon filmlerinden konuya uygun bölümlerle eğitici videolar kullanılmalıdır.

Eğitim mekânları / ortamları ne olmalıdır, ilgili ekipmanlar ne olmalıdır?

- Yaratıcılığı / çeşitliliği geliştiren malzeme ve mekân sağlanması
- Sınıf düzeninden kaçınılmalı, sınav yapılmamalı
- Eğitimin erken dönemlerinden başlayarak ihtiyaç duyulan nitelik, yetenek ve becerilerin geliştirilmesine yönelik eğitim programları uzmanlar tarafından planlanmalıdır. Amerika ve Avrupa da STEM (science, technology, engineering, and mathematics) temel becerileri kazandırmaya yönelik uygulamaların benzerlerinin geliştirilerek müfredatlarda entegrasyonu yapılmalıdır.
- Proje tabanlı çalışmalar, etkinlik ve oyunlar için geniş, güvenli ve rahat ortamlar oluşturulmalı, çocuklara uygun iç ve dış mekanlar seçilmelidir. Çocukları yerinde gözlemleyebilmek için serbest alanlarda kişisel öğrenme eğilimlerinin gözlemlenebileceği, grup çalışmalarının da sık sık eğlenceli bir şekilde sürdürülebileceği düzenlemeler yapılmalıdır. Her tür görsel, ilgi çekici, her yönden güvenli malzeme kullanımı uygundur. Çalışmaların gerektirmesi durumunda belirli ölçüde dijital araçlardan faydalanılabilir.
- Görsel ve işitsel ağırlıklı ekipmanlar kullanılmalıdır.

İlkokul

Gelişmiş ülkelerde, algoritmik düşünme, bilgisayar kodlama eğitimleri, ilkokul seviyesinde verilmeye başlanmıştır. Estonya, Finlandiya, İngiltere gibi ülkeler, kodlamayı okuma yazma gibi bir beceri olarak ele alıp ilkokul birinci sınıftan itibaren vermektedirler. BBC'nin, okul öncesine yönelik algoritmik düşünme eğitim programı, İngiltere'nin bu alanda öncü olduğunun bir göstergesidir. Bu konuda geri kalan ABD, 2016 yılında Beyaz Saray tarafından açıklanan bir planla, 4 milyar ABD doları ayırarak, tüm okullara bilgisayar bilimleri eğitimi koymayı hedeflemiştir. 2016 Mart ayında açıklanan plana göre, MEB, kodlama eğitimini 5 ve 6'ncı sınıflarda zorunlu, 7 ve 8'inci sınıflarda seçmeli olan bilişim teknolojileri ve yazılım dersinin içerisinde sunmayı planlamaktadır.

İlk dört yıllık eğitim neyi hedeflemelidir?

- Okuma-yazma, kendini ifade etme, başarı hissini oluşturma, takım çalışması/işbirliği, bazı fizik kanunlarının görsel kavranması, merak konusu (veya karşılaşılan) konular ile ilgili düşünce oluşturma alışkanlığı ve becerisi, soru sorma alışkanlığı
- Temel okuryazarlık
- Okuma alışkanlığı
- Sorgulama- araştırma alışkanlığı
- Fizyolojik ve psikolojik gelişim
- Veriye dayalı karar verme
- Bilgi güvenliği
- Yabancı dil becerisi
- Teknoloji üretme (kodlama vb) eğitimler
- Sanat ve müzik okuryazarlığı
- Temel matematik becerileri
- Spor
- Analitik ve eleştirel düşünme, sayısal, bilişimsel ve algoritmik düşünme,
- İletişim, takım çalışması, yaratıcılık, problem çözme, problemi anlama-tanımlama, parçalara ayırma, parçaları çözecek işlev setlerini bir mantık sırası içinde komutlardan oluşturma (algoritma), Kodlama-Algoritma (sıralı düzen) mantığının günlük hayattaki kullanımını içselleştirme,
- Dil becerilerinin gelişmesi, okuduğunu anlama, doğru ifade edebilme, sosyal farkındalık,
- Yorum yapabilme, daha karmaşık problemleri çözme, basit düzeyde araştırma yapmayı öğrenme, edindiği bilgiyi kullanabilme.
- Günlük hayat problemlerindeki bütüncüllüğü farkedebilme, farklı disiplinleri bunu anlamada ve çözmede kullanmaya başlama, farklı disiplinleri bir arada kullanabilme becerisine aşinalık,
- Öğretmen rehberliği ile tasarım yeteneğinin geliştirilmesi, yaparak, üretmek öğrenme, basit proje oluşturma aşamalarının deneyimlenmesi,
- Bilim ve teknolojiyle tanışma, temel düzeyde süreçlerini anlama, dijital okuryazarlık, bilgisayar kullanımı, teknoloji yapılarına giriş ve günlük hayattaki rolünde etkinlik,
- Oyun tabanlı, sembolik komutlar içeren bilgisayar yazılımlarında komut kümelerini anlama ve kullanabilme, basit tasarım içerikli kodlama oluşturma,
- Blok modüller ve basit mekanizmalar yardımıyla basit tasarım çalışmaları yapabilme, 2D/3D çıktılara dönüşen basit tasarımlar yapabilme,

- Sanat etkileşimleri farkındalığı,
- Medya okuryazarlığı.
- Üretim robotları konusu bu yaşlar için de uygun bir başlıktır. Ek olarak yaratıcılığın teşvik edileceği basit görevler verilmelidir.

Hedeflenen ilk dört yıllık ilkokul düzeyi öğretimi için öğretmenlerin/eğiticilerin eğitimi planlanmalıdır. Bu alanda öğretmenlerin/eğiticilerin en az lisans seviyesinde eğitim alması hedeflenmeli, akademik olarak lisansüstü dereceler yapmaları teşvik edilmelidir.

Nasıl bir program uygulanmalıdır?

- Pekiştirme,
- Bire bir ilgi ve oyunlaştırma,
- Şehirlerde oluşturulacak bilim merkezlerine geziler yapılmalı ve burada sadece ortamı dolaşmaları değil çocukların uygulama yapacakları şekilde olmalı (atölye etkinliklerine katılım gibi),
- Bireysel değil takım çalışması ve takım içerisinde uyum
- Kendini ifade edebilme (drama programları, şiir okuma, özel törenlerde konuşma,...)
- Kod yazma
- Multidisipliner bir program olmalı
- Eğlendirerek, merak ettirerek, sorgulatarak oyun bazlı ve grubuna özel formal yapılandırılmış öğretim,
- İzleyen değil üreten birey mantığını aşıl原因 yap-üret eğitim,
- Öğretmen güdümlü eğitimden öğrenci merkezli eğitime geçiş, kişiselleştirilmiş öğretim, Harmanlanmış Eğitim (Blended Learning), Ters-Yüz sınıf modeli (Flipped Classroom), proje bazlı eğitim,
- Yönlendirici, rehber öğretmen rolü ile birlikte çözmeye, oluşturmaya, öğrenmeye yönelik paylaşımcılığa dayalı eğitim,
- İnteraktif öğrenme ortamı (dönüştürülmüş sınıf modeli),
- Daha karmaşık oyunlar, ardışık çözümler gerektiren problemler ve tasarım adımları içeren kodlama programlarının kullanımı. En azından Bilişim dersleri içerisinde bir bölüm bu konuya ayrılmalıdır.
- Algoritmik düşünme ve kodlamaya ek olarak, bilimsel ve veriye dayalı düşünme, tasarım, deney tasarımı, veri değerlendirme, istatistik ve olasılık, ikinci seviye eğitimde işlenmesi gereken konulardır. Bu konuların işlenmesinde robotlar, üç boyutlu yazıcılar, basit donanım ve yazılım prototipleme sistemleri içeren ve öğrencilerin proje geliştirebileceği yapım atölyeleri (Maker Lab) yoluyla, öğrencilerin tasarım ve yapım becerileri edinmesi sağlanmalıdır.

Uygun eğitim yöntemlerini belirtiniz?

- Temalı geziler, eğitici film/video, oyunlaştırma, kod yazma
- Oyun
- Artırılmış gerçeklik içeren video görselleri bu yaşlarda kullanılabilir.
- Sektör temsilcilerinin en az bir sefer sınıfa davet edilmesi, kalıcı olumlu izler bırakacaktır.

Eğitim mekanları/ortamları ne olmalıdır, ilgili ekipmanlar ne olmalıdır?

- Yaratıcılık ve hobi geliştirecek materyal eşitliliği
- Sınıf düzeni dışında oyun alanları şeklinde düzenlenmeli
- Görsel ve işitsel materyallerin yanısıra, el becerisi ile yapılabilecek temalı projeler verilebilir.

Ortaokul

İkinci dört yıllık eğitim neyi hedeflemelidir?

- Yeteneklerini geliştirmeye odaklanmalı, uygulama yoluyla ve deneyerek öğrenme ağırlık kazanmalı
- Okuma
- Sanat, Müzik Spor
- Yabancı dil (2. Bir yabancı dil), Dil becerilerinin yetkinleşmesi,
- Multidisipliner bir program olmalı
- Analitik ve eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, problemleri somut araçlar ve proje oluşturarak çözme becerileri, soyut düşünme, soyut kavrama, soyut değerlendirme ve yorumlama becerilerinin kazandırılması,
- Sayısal, bilişimsel ve algoritmik düşünme, Kodlama-Algoritma (sıralı düzen) mantığının günlük hayattaki kullanımını içselleştirme,
- Yorum yapabilme, daha karmaşık problemleri çözümüleme, araştırma yapma sistematiğini öğrenme, edindiği bilgiyi kullanabilme,
- İletişim, takım çalışması, görev paylaşımı, görev takibi,
- Disiplinler arası bakış açısını mühendislik disiplinleriyle bir araya getiren yöntemleri kullanım, farklı disiplinleri bir arada kullanabilme becerisi,
- Öğretmen rehberliği ile tasarım yeteneğinin geliştirilmesi, yaparak, üreterek öğrenme, orta zorluk seviyesinde proje oluşturma aşamalarının deneyimlenmesi,
- Bilim ve teknolojiyi takibe başlama, dijital okuryazarlık, iyi bilgisayar kullanımı, teknoloji yapıları ve günlük hayattaki rolünde etkinlik, dijital ortamı kullanmada etkinlik (araştırma, tasarım, iletişim, değerlendirme, izleme, ilişkilendirme/kategorize etme, dünyaya açılma vb. amaçlı)
- Gerek blok şeklinde, gerek bir yazılım dili üzerinde kod yazabilme ve kod okuyabilme de ilerleme, karmaşık problemleri kodlama ile çözümüleme, (ileri düzey: tasarım içerikli kodlama oluşturabilme) Blok modüller yardımıyla tasarım çalışmaları yapabilme (örneğin 2D/3D çıktılara dönüşen orta düzey tasarımlar yapabilme, basit mekanizmalar, robot kontrol gibi işlemci kontrollü tasarım çalışmaları yapabilme vb.)
- Sanat etkileşimleri farkındalığı,
- Medya okuryazarlığı.

Hedeflenen İkinci Dört Yıllık İlkokul düzeyi öğretimi için öğretmenlerin/eğiticilerin eğitimi planlanmalıdır. Bu alanda öğretmenlerin/eğiticilerin en az lisans seviyesinde eğitim alması hedeflenmeli, akademik olarak lisansüstü dereceler yapmaları teşvik edilmelidir. İkinci Dört Yıllık İlkokul düzeyi programları düzenlenirken uzman olarak akademisyenlerin, eğitim ve pedagoji uzmanlarının, Temel Bilimci ve mühendislerin (bilgisayar, elektronik vb.) bu programa doğrudan katkıları özellikle önem taşımaktadır. Eğitimin her aşamasına yönelik çalışmalarda ilgili söz konusu meslek grupları ve kümeler görüş vermelidir.

Nasıl bir program uygulanmalıdır?

- İlgili alanlarına yönelik uygulama/oyun/gözlem/yaşantı deneyimi sağlayacak programlar
- Eğlendirerek, merak ettirerek, sorgulatarak bilimin ve sistem düşüncesinin temel prensiplerini kavratan oyun bazlı ve grubuna özel formal yapılandırılmış öğretim, İzleyen değil üreten birey mantığını aşıl原因an yap-üret eğitim,
- Öğretmen güdümlü eğitimden öğrenci merkezli eğitime geçiş, kişiselleştirilmiş öğretim,
- Harmanlanmış Eğitim /Blended Learning, Ters-Yüz sınıf modeli /Flipped Classroom, projebazlı eğitim, interaktif öğrenme ortamı (dönüştürülmüş sınıf modeli),
- Yönlendirici, rehber öğretmen rolü ile birlikte çözmeye, oluşturmaya, öğrenmeye yönelik paylaşımcılığa dayalı eğitim,
- Tasarım çalışmalarına yönelik kodlama, daha karmaşık oyunlar, ardışık çözümler gerektiren problemler ve tasarım adımları içeren kodlama programlarının kullanımı. Öğrencilerin kod bloklarını kullanabildiği gibi bazı yazılım dillerini (örneğin JavaScript) de kullanabilir duruma gelmesi, yazılım dili syntax'larını, yapılarını, işlevlerini basit seviyede kullanabilmesi.
- Soyut içeriklere de yer veren; araştırma-sorgulama-tartışmaya ve deneylerle, simülasyonlarla, belli ölçüde sanal ve arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin desteklediği eğitim,
- Sanat ve spor alanlarının etkin öğrenim ve disiplinler arası yaklaşımların kavranması amacıyla eğitime entegrasyonu.
- Fen ve Teknoloji müfredatında otomasyon nedir gibi basit terminolojiler verilmelidir.

Uygun eğitim yöntemlerini belirtiniz?

- İlgili yarışmalara/sunumlara katılım fırsatı yaratma (teknik gezi, grup halinde proje çalışmaları, sunumlar, panel tartışmalar vs)
- Oyun, oyunlaştırma, proje-tabanlı öğrenme, hipoteze-dayalı öğrenme
- Bloom Taksonomisine göre öğrenme basamaklarına uygun olarak,
- Teknoloji ve mühendislik ile harmanlanmış temel bilim disiplinleri ve yöntemleri kullanarak,
- Kişiselleştirilmiş eğitimin kademeli uygulanmasıyla,
- Ders konularının ve temel kavramların sınıf içi ve dışı programlarla deney, gözlem, dramatizasyon, kendi başına araştırma, sınıf içi paylaşma, sunum yapma ve yarışma yöntemleriyle öğrencilere kazandırılmasıyla,
- Tasarımın programlarda aktif kullanımıyla,
- Ekip çalışması ile orta düzey projeler oluşturularak, (Örneğin atölye çalışmalarında, hazır kitler yardımıyla, işlevsel bir mekanizma tasarlanabilmesi veya basit işlemci tabanlı donanımlar kullanarak tasarımların gerçekleştirilmesi vb. gibi)
- Görsel, işitsel ve dijital içerikli eğitim öğeleriyle, yazılımsal araçlar, uygulamalar kullanılarak, çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimdışı Açık Ders (MOOC) yöntemlerinin kullanılmasıyla,
- Eğitim bilişim ağı, akıllı tahta, tablet, donanımsal ve yazılımsal altyapı, araç, gereç, cihaz, yazılım vb. gibi teknolojik araçlarını eğitimde gerektiği yerde etkin kullanarak,
- Eğitimin her aşamasında gerçekleştirilen etkin izleme, ölçme-değerlendirme sonuçlarının, eğitim sırasında geri bildirimini vererek ve faaliyetlere uygulatarak.
- Uygulama ve ölçme/değerlendirme verileri çalışılarak, büyük veri takibi ile öğrenci, sınıf, okul, bölge istatistikleri oluşturulmalıdır.

Eğitim mekanları/ortamları ne olmalıdır, ilgili ekipmanlar ne olmalıdır?

- Laboratuvar, kütüphane, spor alanlar, resim/sanat atölyeleri, hobi alanları
- Okulun hedeflediği eğitim yöntemlerine uygun olarak mekan düzenleme ve malzeme kategorileri belirlenebilir. Kişiselleştirilmiş eğitimin (Harmanlanmış Eğitim/Blended Learning, Ters-Yüz sınıf modeli/Flipped Classroom vb. dahil olmak üzere) yapılacağı mekanlar öğretmen ve öğrencilerin beraber çalışmasına imkan verecek şekilde düzenlenmelidir. Proje tabanlı çalışmalar ve etkinlikler için geniş, güvenli ve rahat ortamlar, laboratuvarlar oluşturulmalı, öğrencilere uygun iç ve dış mekanlar seçilmelidir. Çalışmaların, etkinliklerin bir kısmı bilim merkezlerinde de gerçekleştirilebilir. Çalışmalar için dijital araçlardan faydalanılabilir.
- İlk Dört Yıllık İlkokul eğitiminde kullanılan mekanlara ek olarak sanat, spor ve hobi alanları için mekanlar eklenmesi uygun olur. Çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimiçi Açık Ders (MOOC) eğitim yöntemlerinin kullanılmasına imkan veren bilişim ağları, donanımsal ve yazılımsal araçlar, cihazlar, sistemler vb. ekipmanların kullanılması, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerine ait yazılım ve donanımların kullanılması, eğitimin erişilebilirliğini ve kalitesini artıracaktır.

Lise

Beş yıllık orta eğitim neyi hedeflemelidir?

- Meslek seçimi ve (dikkatli) yönlendirme
- Analitik ve eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, problemleri somut araçlar ve proje oluşturarak çözme becerilerinde yetkinlik, soyut düşünme, soyut kavrama, soyut değerlendirme ve yorumlama becerilerinde yetkinlik,
- Sayısal, bilişimsel ve algoritmik düşünme, Kodlama-Algoritma (sıralı düzen) mantığının günlük hayattaki kullanımını içselleştirme de yetkinlik,
- Dil becerilerinin yetkinleşmesi,
- Yorum yapabilme, çok karmaşık problemleri çözümüleme, ileri düzey araştırma yapabilme, üniversite düzeyinde araştırma sistematliğini kavrama, konuyla ilgili farklı ve çoklu disiplinlerde araştırma yapma, buralardan edindiği bilgiyi sentezleyebilme ve kullanabilme. Böylelikle disiplinler arası ve transdisipliner çalışmalarda yer alabilme,
- Tasarım yeteneğinin geliştirilmesi, yaparak, üreterek öğrenme, üst seviye de proje oluşturma aşamalarının deneyimlenmesi,
- Bilim ve teknolojiyi takip etme, dijital okuryazarlık, etkin bilgisayar kullanımı, teknoloji yapıları ve günlük hayattaki rolünde etkinlik, dijital ortamı kullanmada etkinlik (araştırma, tasarım, iletişim, değerlendirme, izleme, ilişkilendirme/kategorize etme, dünyaya açılma vb.)
- Disiplinler arası bakış açısını mühendislik disiplinleriyle bir araya getiren yöntemleri kullanım, farklı disiplinleri bir arada kullanabilme becerisi, çoklu disiplinlerde çalışma becerisi,
- İletişim, takım çalışması, görev paylaşımı, görev takibi,
- Gelişmiş bir yazılım dilini etkin bir şekilde kullanabilme, yazılım ve donanım tasarımları oluşturabilme; bu kapsamda profesyonelleşebilir küçük uygulama yazılımları geliştirebilme (apps design) veya web tasarımı, donanım modülleri/basit donanımlar tasarlama, mühendislik nosyonlarına, proje geliştirme süreçlerine ve temel girişimcilik formasyonuna aşinalık, (İleri düzey olarak: Tasarımlarda ve uygulamalarda yenilikçi yaklaşımlara yer verme, gerçek dünyada kullanılabilir bir ürün ve faydaya dönüştürme, patent alabilecek özgün yazılım ve donanım tasarımları geliştirme, bileşenler ve üniteler tasarlama, sistem bazında tümleştirme, sanayi ve yatırımcılarla aktif ilişkide bulunma.)
- İş ve işletme modellerine aşinalık, finansal okuryazarlık,
- Sanat etkileşimlerinin çalışmalara dahil edilmesi,
- Medya okuryazarlığı.

Hedeflenen beş yıllık orta öğretim düzeyi öğretimi için öğretmenlerin/eğiticilerin eğitimi planlanmalıdır. Bu alanda öğretmenlerin/eğiticilerin en az lisans seviyesinde eğitim alması hedeflenmeli, akademik olarak lisansüstü dereceler yapmaları teşvik edilmelidir. Öğretmenlerin formal ve yapılandırılmış ders işleme yöntemleri, değişen eğitim yaklaşımlarına bağlı olarak güncellenmelidir. Katı yapılandırılmış, öğretmen merkezli ve yönetimli ders yaklaşımları, yerini kademeli olarak yeni sınıf modeli ve interaktif, rehber rollü ders işleme yöntemlerine bırakmalıdır. Öğretmenlerin, eğitim uzmanlıklarının ve kodlama / teknoloji bilgilerinin, eğitim verdikleri seviyelere uygun olarak periyodik olarak artırılması gerekecektir. Ortaöğretim programları düzenlenirken uzman

olarak üniversitelerden eğitim akademisyenleri ile bilim ve teknoloji alanlarından akademisyenlerin, ortaöğretim eğitim ve pedagoji uzmanlarının, kamu ve özel sektörlerinin belli başlı kurum/kuruluşlarının uzman Temel Bilimci ve mühendislerinin (bilgisayar, elektronik vb.) bu programa doğrudan katkıları özellikle önem taşımaktadır. Eğitimin her aşamasına yönelik çalışmalarda ilgili söz konusu meslek grupları ve kümelerden görüş alınmalıdır. Doğru örnek olabilecek fabrika gezileri organize edilmelidir.

Nasıl bir program uygulanmalıdır?

- Branşlaşma, seçmeli derslerin ağırlıkta olduğu bir müfredat, uygulama/deneyimleme fırsatı yaratma, deneyerek öğrenme daha da ağırlık kazanmalı
- Eğlendirerek, merak ettirerek, sorgulatarak grubuna özel formal yapılandırılmış öğretim,
- İzleyen değil üreten birey mantığını aşılayan yap-üret eğitim,
- Öğretmen güdümlü eğitimden öğrenci merkezli eğitime geçiş, kişiselleştirilmiş öğretim, Harmanlanmış Eğitim/Blended Learning), Ters-Yüz sınıf modeli/Flipped Classroom, projebazlı eğitim, İnteraktif öğrenme ortamı (dönüştürülmüş sınıf modeli),
- Yönlendirici, rehber öğretmen rolü ile birlikte çözmeye, oluşturmaya, öğrenmeye yönelik paylaşımcılığa dayalı eğitim,
- Tasarım ve geliştirme çalışmalarına yönelik kodlama, yazılım dillerinde (ör.JavaScript, C++ gibi) etkin program yazımı, yazılım dilinin tüm yönleriyle etkin kullanımı, müfredat eşliğinde konulara ilişkin problem çözme, analiz, sentez, benzetim (simülasyon) amaçlı kodlar oluşturma, Nesne-yönelimli (object oriented) kodlama, JavaScript'te kod güncelleme, multi-medya üzerinde tasarım çalışmaları,
- Kapsamlı araştırma süreçlerinin uygulanması.
- Girişimcilik, patent süreçleri, iş ve işletme modelleri, finansal okuryazarlık'a giriş eğitimleri,
- Soyut içeriklere de yer veren; araştırma-sorgulama-tartışmaya ve deneylerle, simülasyonlarla, belli ölçüde sanal ve arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin desteklediği eğitim,
- Sanat ve spor alanlarının etkin öğrenim ve disiplinler arası yaklaşımların kavranması amacıyla eğitime entegrasyonu.
- Bilim projelerinde, Ulusal ve uluslararası Proje yarışmalarına endüstrinin dönüşümü ile ilgili konularla katılım teşvik edilmelidir.

Uygun eğitim yöntemlerini belirtiniz?

- Koçluk, mentörlük, ekran öğrenmesi, araştırma, proje, sunum, konusunda başarılı örneklerin paylaşımı
- Bloom Taksonomisine göre öğrenme basamaklarına uygun olarak,
- Teknoloji ve mühendislik ile harmanlanmış temel bilim disiplinleri ve yöntemleri kullanılarak,
- Kişiselleştirilmiş eğitimin uygulanması ile,
- Evrilmiş sınıf modelini (Ters-Yüz sınıf modeli /Flipped Classroom,) klasik yüzyüze eğitimi ile birlikte etkin kullanmak suretiyle harmanlanmış eğitim (blended learning) ve proje-bazlı eğitim gerçekleştirerek,
- Tasarımın programlarda etkin kullanımıyla,
- Tasarımları ve uygulamaları mühendislik süreçlerine yakın süreçlerle gerçekleştirmeye

yönlendirerek,

- Ekip çalışması ile profesyonelliğe yakın projeler oluşturularak,
- Öğrenciyi çalışmalarında girişimciliğe ve yenilikçiliğe teşvik ederek,
- Disiplinler arası ve transdisipliner çalışmalar gerçekleştirilerek,
- Görsel, işitsel ve dijital içerikli eğitim öğeleriyle, yazılımsal araçlar, uygulamalar kullanılarak, çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimiçi Açık Ders (MOOC) yöntemleri kullanılarak,
- Eğitim bilişim ağı, akıllı tahta, tablet, donanımsal ve yazılımsal altyapı, araç, gereç, cihaz, yazılım vb. gibi teknolojik araçları eğitimde gerektiği yerde etkin kullanarak,
- Eğitimin her aşamasında gerçekleştirilen etkin izleme, ölçme-değerlendirme sonuçlarının, eğitim sırasında geri bildirimini vererek ve faaliyetlere uygulatarak.
- Uygulama ve ölçme/değerlendirme verileri çalışarak, büyük veri takibi ile öğrenci, sınıf, okul, bölge istatistikleri oluşturulmalıdır.

Eğitim mekanları/ortamları ne olmalıdır, ilgili ekipmanlar ne olmalıdır?

- Teknolojik/haberleşme altyapısı güçlü, takım çalışmasına uygun alanlar olmalıdır.
- İkinci Dört Yıllık İlkokul eğitiminde kullanılan mekanlara ek olarak gerçek dünyada kullanılabilir ürün/faydaya dönüştürülebilir potansiyele sahip veya patent alabilecek tasarımlar/ürünler gerçekleştirmiş öğrencilerin, sanayi ve yatırımcılarla aktif ilişkide bulunabileceği ortamların düzenlenmesi yararlı olacaktır. Çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimiçi Açık Ders (MOOC) eğitim yöntemlerinin kullanılmasına imkan veren bilişim ağları, donanımsal ve yazılımsal araçlar, cihazlar, sistemler vb. ekipmanlar ile yazılım ve donanım simülatörleri, sanal ve arttırılmış gerçeklik teknolojilerine ait platformlar, yazılım ve donanımların kullanılması, eğitimin erişilebilirliğini ve kalitesini arttıracaktır. Bu ekipmanlar, fiziksel gerçeklemelerin zor veya maliyetli olma durumunda alternatif olacaktır.

Meslek Liseleri

Meslek liselerinin ayrıştırıcı eğitimi ne olmalıdır?

- Ağırlıklı olarak stajyerlik ve zamanının önemli bir kısmını pratik uygulama için işyerleri ile işbirliği içinde geçirme.
- Üniversite öncesi eğitim aşamalarının bütününde, öğrencilerin test usulü soru çözme alışkanlığından uzaklaştırıp, özellikle yenilikçiliğin ana unsurları olan 'İlişkilendirmek (association)', 'Sorgulamak (questioning)', 'Gözlemek (observing)', 'Paylaşmak (networking)', 'Denemek (experimenting)' hususlarında alışkanlık ve beceri sağlamaya yönelik programlara ihtiyaç vardır.
- Meslek ve Teknik Eğitim liseleri temel meslek alanlarının, Sanayi 4.0 konularından etkilenecek hem dönüşüme uğrayacağı hem de sayısının artacağı değerlendirilmektedir. Özellikle akıllı ve insanla çalışabilen otonom robotlar, çok katmanlı üretim, siber fiziksel sistemler, sensörler, vb. üretime dönük konular üzerinde çalışma alanları artacaktır. Meslek okullarında tamamen sosyal alanlar dışındaki tüm teknik alanlarda, gelişen dijital teknoloji konularının işlenmesi gerekecektir. Sanayi ve üniversiteler, liselerin teorik ve uygulamalı eğitim müfredatları, içerikleri, uygulamalarının belirlenmesi sürecine işbirliği içinde aktif katılmalı ve sektörlerinin ihtiyaçlarını eğitim öğelerine direkt yansıtmalıdır. Bu liselerde eğitim, temel lise müfredatı ve teorik meslek alanı eğitimi üzerine ağırlıklı staj ve uygulamalı eğitimden oluşmalıdır. Uygulamalı eğitiminin önemli kısmı, sanayide gerçek ortamda, bilfiil çalışarak, eğitim yılının en az bir çeyreği süresince gerçekleştirilmelidir.
- Endüstri firmalarından destek istenmeli, okul laboratuvarlarına faydalı örnek sistemleri bağışlamaları istenmelidir. Algoritmik düşünme ve kodlamaya ek olarak, bilimsel ve veriye dayalı düşünme, tasarım, deney tasarımı, veri değerlendirme, istatistik ve olasılık, ikinci seviye eğitimde işlenmesi gereken konulardır. Bu konuların işlenmesinde robotlar, üç boyutlu yazıcılar, basit donanım ve yazılım prototipleme sistemleri içeren ve öğrencilerin proje geliştirebileceği yapım atölyeleri (Maker Lab) yoluyla, öğrencilerin tasarım ve yapım becerileri edinmesi sağlanmalıdır. Bireyler gelişen yeni teknolojilerle tanıştırılmalıdır.

Üniversite Eğitimi

Önümüzdeki bir kaç on yıllık kilit teknolojilere ve Endüstrinin dönüşümünün gereklerine uygun olarak derslikler/laboratuvarlar/eğitim ortamı nasıl olmalıdır ve konudaki yetkinlik ölçütleri nelerdir?

- Bu tür mekanların tasarımının klasik sınıf ve laboratuvar anlayışından öte mikro boyutta çok amaçlı bir üretim tesisi şeklinde olması yerinde bir karar olacaktır. 20. yüzyılın ortalarından bu yana dünyadaki eğitim sistemlerinin bir çoğunda kabul gören ‘eğitim hayatın kendisi olmalıdır’ anlayışına uygun şekilde öğrencilerin çalışma alanlarına benzer şekilde mekanlar tasarlanmalıdır.
- Elektronik, yazılım ve mekanik tasarımla ilgili laboratuvarların yeniden gözden geçirilip şekillendirilmesi gerekmektedir.
- Üniversitelerin bünyesinde farklı uzmanlıkları içeren ‘Endüstri Dönüşüm’ platformları kurulmalıdır. Üniversite bünyesinde yer alan bu platformlar atölye çalışmalarında (workshop) bir araya gelerek nasıl-bilgisini (know-how) paylaşmalıdır. Üniversitelerde yan dal, çift ana dal uygulamalarının yaygınlaştırılması disiplinler arası (interdisipliner) çalışmaları güçlendirerek öğrenci ve geleceğin çalışanlarını biçimlendirecektir.
- Deneysel çalışmaların haricinde derslikler/laboratuvarlar/eğitim ortamlarının biçimlendirilmesi, yaygın uygulamalarda henüz çokça görülmemektedir. Bu konuda deneysel bir çalışma Fablab yapılarıdır. İlk olarak Amerika Birleşik Devletleri’ndeki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nde 2001 yılında kurulmuştur. **Fablab yapıları** üniversiteler bünyesinde ve sanayi sektöründe görülmektedir. Biçimlendirilen derslikler/laboratuvarlar/eğitim ortamı yetkinlik ölçütleri ise başlangıç olarak aşağıdaki gibi listelenebilir:
 - Bu ortamlarda eğitim alan öğrencilerin ve eğitim veren öğretim üyesi/ eğitmenlerin başarı seviyeleri,
 - Bu ortamlara eğitim almak veya vermek için yapılan başvuru seviyeleri
 - Bu ortamlarda yapılan projelerin özgünlüğü,
 - Yapılan projelerin sonuçlanması ve başarılı olmaları (sonuçlarının akademik olarak başarılı olması, vizyon açması veya ardından yeni projelere yol açması vb. veya gerçek hayatta uygulanabilir olmaları, ticari başarıya ulaşmaları vb. veya yarışmalarda derece almaları vb.)
 - Yapılan projelerde alınan patentler,
 - Bu ortamlarda eğitim alan öğrencilerin ve eğitim veren öğretim üyesi/ eğitmenlerin memnuniyet seviyeleri.
- Eğitim ortamları için deneysel çalışmalar olarak, **Maker laboratuvarları** gösterilebilir. Yenilikçi eğitim ortamları tasarımları farklı uzmanlıkların bir araya getirilmesiyle gerçekleştirilmelidir. (eğitim, mimarlık, pedagoji, mühendislik ve teknoloji vb.) Ortamın fiziksel ve teknolojik alanları öğrenme amaçları etrafında organize olmalıdır. İnteraktif öğrenme yaklaşımları daha çok alan ve esneklik gerektirmektedir. Fiziksel alanların, belirlenen eğitim vizyonunu sağlayacak şekilde, dinamik bir yapıda olması; portatif, mobil ünitelerle çalışmanın niteliğine göre çalışmaya özel, kolaylıkla düzenlenebilmesi; öğrencilerin birbirleriyle etkileşime geçip işbirliği içinde çalışmalarını kolaylaştıracak şekilde tasarlanması düşünülmelidir. Teknolojik alan tasarımı, bilgisayar teknolojilerinin kullanımını maksimum düzeyde tutacak, eğitimde bilgisayar teknolojilerinin etkin ve çevrim içi (on-line) geri bildirimli olarak kullanımını teşvik edici şekilde düşünülmelidir. Eğitim

ortamları sosyalleşmeyi ve anında geri bildirim almayı, görsel ve işitsel algıların aynı anda kullanımını da sağlamalıdır. Eğitim ortamlarında teknolojinin eğitimcilerin, görünmez kontrolünü de sağlaması gerekir. Uzaktan kontrollü teknolojik denetim sistemleri ile sağlık açısından riskli olabilecek durumların önlenmesi de bu kapsama dahildir.

- Mevcut derslikler için yeniden biçimlendirme olmasa bile, eğitim programlarının kapsamı ve boyutu mutlaka artırılmalıdır. Elektronik, yazılım ve mekanik tasarımla yapılabileceklerin tümü, ulaşılabilecek performans ve kapasiteler, algılayıcılar, kontrolcüler bir bulmacanın parçaları gibi bilinir olmalıdır.
- Bilgisayar Mühendisliği ve Bilişsel Bilimler çalışmalarında kullanılan ortamlar için, özellikle lisansüstü seviyesinde, laboratuvarların yetersizliği sorun olarak devam etmektedir. Temel olarak, laboratuvarlar, bölüm bütçeleri ve özellikle de sorumlu hoca(lar)ın kişisel çabalarıyla (aldıkları projeler, yurt dışı bağlantılı olarak yürüttükleri çalışmalar gibi) gelişebilmektedir. Alınan cihazlar da, büyük bir olasılıkla daha çok sadece akademik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Oysa, daha zengin bir ortam oluşturabilmek için, iş dünyasındaki sermayeden de faydalanabilmek önemlidir. Bizde araştırma laboratuvarları (research labs) üniversite bünyesinde açılıyorken, yurt dışı örneklerinde, araştırma laboratuvarında yaptığınız çalışmalar, laboratuvarın bir anlamda anlaşmalı olduğu bir üniversitede tez çalışmanız olarak kabul edilebilmektedir. Araştırma laboratuvarları, şirketlerin Ar-Ge faaliyetlerini yürütmek ve yeni patent başvuruları yapabilmeleri için iş dünyasıyla, daha yakın temas içindedirler. Böylece, öğrencilerin tezleri, pratikte uygulanabilir ürünlere dönüşmektedir ve laboratuvarlar, ilk olarak, devlet desteğiyle kuruluyor olsa da, kendi kendilerini finanse edebilmektedirler, böylece büyüyebilmektedirler. ‘Bunu Türkiye’ye nasıl uyarlayabiliriz?’ Her sene, lisansüstü seviyesinde yürütülmekte olan pek çok tez mevcuttur. Bu tezlerin gerçekleşmesi için harcanan emekleri (tezi yürüten öğrenci, sorumlu akademisyen(ler) ve hatta üniversite idari personellerinin harcadığı toplam iş gücü) doğru yönde kanallandırmak, çok verimli sonuçlar alabileceğimizi düşünüyorum. Örneğin, Teknokentlerde faaliyet gösteren şirketlerden belirli sermayenin üzerinde olanlarına, senelik patent başvurusu yapma, üniversite iş birlikleri ile tez çalışma(lar)ı kapsamında pratik uygulaması da olan ürünler çıkarma gibi hedefler konulabilir. Burada, mevcut işleyişte, proje desteklerinde geri plana atılan, ve cüzi ücretler ödenen, ancak ürün geliştirmede elini kirletecek/kirleten en temel insan gücü olan, öğrenciler ve sanayide aktif görev alan teknisyen/ustaların, şirketlerle ortak yürütülecek çalışmalara odaklanabilmeleri için, tatmin edici ücretlerle çalıştırılmasıdır. Kendi alanımdan örnek vermek gerekirse, doktora tezi kapsamında verilen Tübitak destekleri, piyasada yazılım mühendisi olarak çalıştığınızda alacağınız ücretin yarısından daha az bir miktara karşılık gelebilmektedir. Bu da, daha kaliteli mühendislerin piyasaya yönelmesine neden olmaktadır. Oysa, devletin belirli koşulları sağlayan Teknokent şirketlerine yaptırım uygulayarak, çalışan ücretlerinin bir kısmını da şirketlerden temin ediyor olması, hem devlete ek bir yük getirmiyor olacak, hem projede çalışanların, maddi olarak tatmin olabilecekleri için projeye daha fazla odaklanmasını sağlayabilecek, hem de şirketlerin, proje çalışanlara ücret ödeyecekleri için projeyi ve çalışanları daha çok sahiplenmesine imkan sağlayacaktır.

Yetkinlik ölçüsü üniversitelerin uygulamaya dönüştürülmüş proje sayıları, uygun derslik ve laboratuvar kurulumu sonrasında öğrencilerin burada yapacağı projelerin özgünlüğü, yapılan projelerin takım çalışması gerektirmesi ve çok disiplinli olması, bu konuda yapılan uluslararası projeler, bu alana özgü alınan patent sayıları, ulusal ve uluslararası proje yarışmalarındaki başarılarıdır, formula SAE, robot, vb gibi.

- Eğitim ortamı tamamen öğrencinin yaratıcılığına odaklı olup, sınırsız araştırma yetkinliği, yenilikçi (inovatif) yaklaşımları ve de projelerin şirketler nezdinde somutlanması, en önemlisi talep ve verimlilik ile paralel geliştirilmesi için uygun olarak planlanması ve aktif tutulması gerekmektedir.
- Mühendislik ve ara kademe eleman yetiştiren teknisyenlik bölümlerine ek olarak, özellikle lisansüstü seviyesinde, disiplinlerarası çalışmaları yürüten laboratuvar ve bölümlerin başarılı bir dijitalleşme ve teknoloji üretebiliyor olma sürecinde büyük bir rol oynayabileceğini düşünüyorum. Artık bir yazılım geliştirirken (yazılım mühendisliği), kullanıcıya uygun arayüzleri geliştirmemiz (grafiker), yazılımın kullanıcıya yaşattığı deneyimi sorgulamamız (psikoloji, BÖTE ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümleri), güvenlik risklerini ele almamız (sistem mühendisliği, güvenlik uzmanlığı), yazılımda hedef kitle belirli bir topluluk ise, hedef kitlenin yapısını incelememiz (sosyoloji), sürdürülebilirliği için kullanıcı eğilimlerini ölçümlememiz (istatistik, matematik), hatta yazılımın amacına yönelik biyolojik uygunluk ve sağlık açısından sakıncası olup olmadığını incelememiz (genetik, nöroloji ve tıp bilimleri) gerekiyor. Bu nedenle, fen bilimleri ile sosyal ve beşeri bilimler uzmanlarını birlikte çalışmaya teşvik eden disiplinlerarası bölüm ve laboratuvarların önem kazanması gerektiğini düşünüyorum. Böylece son kullanıcıya yönelik daha etkin ürünler gerçekleştirilebilecektir. Projede yer alacak her bir disiplin beraberinde ilgili olduğu sanayide yeni istihdamlara da kapı açacaktır.
- Üniversite eğitiminde üniversiteli öğrencilerin Bilgisayar derslikleri Robotik Laboratuvarı haline getirilmelidir. Böylece okul saatleri içerisinde üretim de gerçekleşecektir.

Sanayi Devrimi ile ilgili olarak öncelikli sektörlerin bugün ve yakın gelecekte ihtiyaç duyduğu personellerinin donanımları ne olmalıdır?

- Dijital yetkinlikler, programlama, mobil sistemler, sanal gerçeklik, malzeme bilgisi olmalıdır. Kalifiye ara meslek elemanı ihtiyacı giderek artmaktadır. Söz konusu elemanlar programlama, yazılım, veri analizi ve madencilik konularında yetiştirilmelidir.
- Mühendisliğin temelleri ve analitik düşünme yeteneği önemlidir. Her şeyin hızla değiştiği bu dönemde doğru soruları sorma, sorduğu sorulara gelen cevapların kalitesini tartabilme ve kendi başına yeni konuları bilgi birikimine ekleyebilme ihtiyacı artmaktadır. Personelin temel programlama ve temel istatistik kavramlarını iyice sindirmiş olması şart gözükmektedir.
- Mühendisliğin temelleri iyi oturmuş olmalı, analitik düşünme yeteneğine sahip olmalıdırlar. Bilgi çağına uygun olarak çok fazla bilgi kaynağı arasından doğru bilgiyi yanlış olanlardan ayırma yetisi verilmelidir. Planlama ve sistem mühendisliği mutlaka yerleşmiş olmalıdır. Çevik programlama gibi yeni nesil bazı geliştirme teknikleri farkındalığı artırılmalıdır.

Bu niteliklere sahip personel istihdamı için Üniversitelerin hangi bölümleri devreye girmeli ve hangi teknoloji alanlarında eğitim vermelidirler?

- Üniversitelerin Makine Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği Bölümleri. 'İnterdisipliner' olmadan inovasyon mümkün değildir. Her bir bölümün farklı ve bütünü oluşturan işlevi olacaktır. Makina-makina, insan-makina etkileşimi. Büyük veri analizi, sensör, otomasyon, bilişim teknolojileri, IoT gibi teknoloji alanlarında eğitim verebilmek adına Elektronik, Makina, Endüstri, Bilgisayar, İşletme, Psikoloji gibi bölümler bir araya gelmelidir.
- Programlama, Yazılım, Veri analizi ve Madencilik, Endüstri Mühendisliği.

- Makina Mühendisliği – Otomasyon ve Kontrol Uygulamaları; Mekatronik Mühendisliği – Otomasyon, Kontrol Sistemi ve Robotik Uygulamaları; İmalat Mühendisliği – Yeni İmalat Teknolojileri (3D Yazıcılar Gibi); Otomotiv Mühendisliği – Yeni Üretim Teknolojileri; Ulaştırma Mühendisliği – Mobillite, Mobilite Gereklere Uygun Altyapı; Elektrik ve Elektronik Mühendisliği – Otomasyon Uygulamaları, Haberleşme Protokolleri, Bilgisayar; Bilişim ve İletişim Mühendisliği – Büyük Veri Analizi, Programlama, Veri Güvenliği, Güvenilir Algoritma Tekniği; Malzeme Mühendisliği – Bio ve Nano Malzemeler, yeni teknoloji için gerekli malzemeler (3B yazıcılar, kompozit malzemeler,...)
- Bu alanda üniversitelerin lisans düzeyinde; Makina Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği ve bu bölümleri temel alan mühendislik Alanları (Mekatronik, Yazılım, v.s); Ön Lisans Düzeyinde; Makina, Elektrik, Elektronik, Otomasyon, Otomotiv gibi bölümler.
- Tüm mühendislik branşlarının yanı sıra İstatistik dalında da eğitim verilmeli. Bu işlerle ilgilenen personelin "değişim yönetimi" konusunda da bilinçlendirilmesi önemlidir.
- Bölüm bazlı düşünmemek gerekir. Tüm bölümler teknolojinin süreçlere entegre edilmesi üzerinde durmalıdır. Teknolojinin tüm öğretim alanlarında etkili kullanımı üzerinde durulmalıdır. Yükseköğretimde dijital dönüşüm sürecine bağlı olarak var olan bölümler yeniden yapılandırılmalı ve ihtiyaç duyulan yeni bölümlerin açılması sağlanmalıdır.
- Yakın gelecekte üniversitelerde bölümler yerine bilimsel ve teknolojik ihtiyaca göre dinamik yapıda birleşen programların açılacağı, disiplinler ağı kurulacağı değerlendirilmektedir. Gelecekte oluşacak gelişmeler doğrultusunda, birbirleriyle etkileşen farklı disiplinleri – alanları uygun kombinasyonlarda öğrenciye sunarak, maksimum seviyede öğrenme imkanı tanınacağı ve mentorluk yapacak yapıların gerçekleştirileceği düşünülmektedir. Hali hazırda da yeni teknolojilerin gerektirdiği, farklı disiplinlerin bütünleşmesinden oluşan uzmanlık dalları, yüksek lisans ve doktora programları olarak açılmaktadır. Bugünkü yapılarla, genel olarak elektrik-elektronik mühendisliği, bilgisayar bilimi ve mühendisliği, makina-mekatronik mühendisliği, endüstri mühendisliği, biyomedikal mühendisliği, bilişim sistemleri mühendisliği, enerji sistemleri mühendisliği, otomotiv mühendisliği, uzay ve havacılık, sibergüvenlik, biyoteknoloji, nanoteknoloji, informatik, kimya ve malzeme bilimleri gibi mühendisliklerin yanısıra temel bilimler (fizik, kimya, matematik, biyoloji), eğitim fakülteleri, teknik eğitim fakülteleri, mimarlık ve ayrıca tıp bilimleri, sinirbilimleri, cognitive science gibi doğrudan insanla ilgili olan disiplinler ve doğa bilimleri yer almalıdır. Nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analitiği, yapay zeka ve makine öğrenmesi, siber güvenlik, akıllı ve insanla çalışabilen otonom robotlar, çok katmanlı üretim, siber fiziksel sistemler, sensörler, artırılmış gerçeklik, simülasyon, yatay/dikey yazılım-sistem entegrasyonu alanlarında eğitim vermelidirler. Üniversitelerin Yüksek lisans ve Doktora çalışmalarının bir kısmının sanayi içinde gelişmelere ve problemlere çözüm olacak şekilde çalışılması ve ticarileşme potansiyeli taşıması önemli olup bu şekilde üniversite-sanayi işbirliği etkin şekilde sağlanabilecektir. Üniversitelerde uluslararası geçerlilikte müfredatlar oluşturulması ve yüksek lisans/doktora programlarının çok disiplinli Sanayi 4.0 konularından seçilmesi de faydalı olacaktır.

Hali hazırda değişen sektörlerde gündeme gelen yeni alanlara örnek olarak Media Informatics, Visual Computation, Medical Informatics, Business Informatics, Digital Management, Games Engineering, Neuroengineering, Engineering Science, Bioprocess Engineering, Renewable

Resources, Teaching at Academic Secondary Schools- Scientific Education, Teaching at Vocational Schools, vb. gibi örnekler verilebilir.

Eğitim Bilimleri bu sistemi besleyecek olan en önemli fakülte gruplarından. Bahse konu disiplinlerin uzmanlık alanlarında istenen nitelikte ve 21.yüzyıl becerileriyle donanmış öğrencilerin yetişmesi için, eğitim fakülteleri ve türevi diğer fakültelerden yetişen öğretmenlerin ve eğitimlerinin, yeni eğitim yaklaşımları ve Sanayi 4.0 doğrultusunda gözden geçirilerek yeniden düzenlenmesi çok önemlidir. Geleceğin eğitim sistemlerini oluşturmak üzere, Eğitim Bilimi ve Teknolojileri'nde araştırma ve geliştirme yapacak enstitülerin, üniversite bölümlerinin sayısı artırılmalıdır.

Sanayi 4.0'a geçişle birlikte, Almanya ve Avusturya ile birlikte, tüm dünyada, Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği alanında yetişmiş elemana ihtiyaç artmıştır. Bilgisayar Bilimleri alanında, Makina Öğrenmesi, Yapay Zeka, Robotlar, Bulut Bilişim, Sanal Gerçeklik, Veri Analitiği, Nesnelerin İnterneti gibi alanlar önem kazanmıştır. Öte yandan, Endüstri Mühendisliği, Makina Mühendisliği gibi alanlar, hesaplmalı düşünme, bilimsel programlama, bilgisayar kodlama, veri analitiği gibi alanları daha çok kapsayarak, programlarını Sanayi 4.0 ile uyumlu hale getirmişlerdir. Elektrik-Elektronik Mühendisliği alanında, sensör ve aktüatör tasarımı, iletişimi alanları önem kazanmıştır. Mühendislik Teknoloji Yönetimi alanında açık inovasyon ve Sanayi 4.0 girişimciliği üzerine dersler ve master programları tasarlanmıştır.

Lisansüstü seviyede, Veri Analitiği master ve doktora programları açılmıştır. Tipik Veri Analitiği programı, şu konuları kapsamaktadır:

- . Veri Bilimi için Kodlama (Phyton ve R bu konuda öne çıkmaktadır)
 - . Araştırma Tasarımı
 - . İstatistik
 - . Makina Öğrenmesi
 - . Veri Yönetimi: Saklama ve Getirme
 - . Veri Güvenliği ve Güvenilirliği
 - . Büyük Veri
 - . Zaman Serisi verilerinin işlenmesi
 - . Veri Görselleştirme Sunumu
 - . Doğal Dil İşleme
 - . Sosyal Ağ Analizi
- Endüstri, Makina, Elektronik, Bilgisayar, Enformatik bölümleri ağırlıklı olmak üzere tüm mühendislik branşları devreye girmelidir. Endüstri mühendisliği bölümleri bu eğitimlerde çatı görevi üstlenmeli, diğer disiplinlerle işbirliği, koordinasyon, entegrasyon konularını yürütmelidir. Sanayi 4.0 aşamaları düşünüldüğünde, yaratıcılığın önemli rekabet avantajları sağlayacağı açıktır. Özgün otomasyon çözümleri üretim maliyetlerinde aşağı yönde ciddi atlamalara sebep olacaktır. Bu sebeple her zaman için yaratıcılığın cesaretlendirilmesi yönünde adımlar atılmalıdır. Yaratıcılığın ortaya çıkmasına ortam hazırlayan Beyin Fırtınası tarzı bilimsel metotlar, doğru şekilde (bilimsel tanımına uygunluk gözetilerek) öğreti programında yer almalıdır.
 - Söz konusu personeller için, şu an olduğu gibi salt/tekil bölümlerden ziyade çoklu disiplinleri bir arada barındıran karmaşık mühendislik veya bölümlerin daha önemli olacağı düşünülmektedir.

İstihdam edilecek bu personellere, üniversitelerin mühendislik, teknoloji, sağlık bilimleri vb. alanlarında eğitimler verilmesi, yeni bölümler açılması veya mevcut bölümlerin endüstrinin ihtiyaçlarına göre dönüştürülmesi-geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca kalifiye personellerin mesleki ve teknik niteliğinin endüstrinin ihtiyaçları doğrultusunda, işletme tarafından sağlanan eğitimlerle ya da meslek liselerinde bu yönde gerçekleştirilecek değişimlerle artırılması gerektiği düşünülmektedir.

- . Ar-Ge Mühendisliği(çoklu sistemleri barındıran)
- . Tasarım Mühendisliği
- . Yazılım Mühendisliği
- . Mekatronik Mühendisliği
- . Endüstri/Sistem Mühendisliği
- . Simülasyon
- . Mikroteknoloji
- . Enformasyon Teknolojisi
- . Bilişim Teknolojisi
- . Veri Bilimciliği
- . Robot Operatörlüğü/Koordinatörlüğü vb. alanların Sanayi 4.0 sürecini şekillendireceği düşünülmektedir.

Gelişmiş ülkelerdeki bazı üniversitelerin lisans ve doktora programlarından örnek vermek gerekirse;

- . Teknik Siberetik
 - . Mühendislik Siberetik
 - . Teknoloji Yönetimi
 - . Üretim Otomasyon Teknolojisi
 - . Simülasyon Teknolojileri
 - . Biyoteknoloji
 - . Enerji Mühendisliği
 - . Bütünleştirici Teknolojileri ve Mimari Tasarım Araştırma
 - . Mikroteknoloji Teknisyeni
- Üniversitelerdeki bilgisayar bilimlerine ilişkin bölümlerinde (Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği, Bilgisayar-Enformatik, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Biyoenformatik, İşletme Enformatiği, Yönetim Bilişim Sistemleri) okuyan nitelikli öğrencilerin var olması için sektör temsilcilerinin üniversiteler ile bağının güçlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle global sektörün nitelikli insan kaynağı temini için ülkenin en ücra köşelerine kadar öğrencilerin işe alındığı ve saatlik süre ile çalışabildiği ortamlar oluşturulmalıdır. Üniversite eğitiminde sadece akademisyenler değil, özel akademi eğitmenleri de ders vermelidir. Öğrencilere, projeler veya startup şirketlerin yer aldığı kuluçka merkezlerine veya teknokentler de haftalık zorunlu çalışma saatleri getirilebilir.
 - 2020 Yılından itibaren artık tüm üniversite öğrenim konseptinin uyarlamasının tamamlanmış olması gerekmektedir. Öncelikle mühendislik fakültelerinde uyumlandırma çalışmalarını hızla kurgulamalıyız. Bütün dönüşümün lokomotifleri:
 - . Makina Müh.
 - . Elektrik ve Elektronik Müh.
 - . Mekatronik Müh.
 - . IT olacaktır.

Mühendislik fakültelerimiz için aşamaları şöyle planlayabiliriz;

- . Dijital Eğitim
- . Uzaktan Eğitim
- . Araştırma Odaklı Eğitim
- . Inovatif Yaklaşım
- . Şirket Entegrasyonları
- . Üniversiteler(İnt) Arası Proje İşbirlikleri

Bu önemli dönüşümde mevcut olan ve katlanarak artacak olan eleman ihtiyaçları için şirket entegrasyonları ve ortak çalışma platformları ile daha üniversite yıllarından itibaren şirketler yetiştirmek olan iş gücüne hem şekil verecekler hem de sahip olabileceklerdir. Özellikle lokomotif olacak yukarıda sıraladığımız mühendislikler için bakacak olursak öğrencilerin yetkinlik ölçütleri ;

- . Farklı açılardan bakabilme
- . Hızlı değişime adaptasyon
- . IT skillerinin kuvvetli olması
- . Karışık problem çözme becerisi
- . Yaratıcılık
- . Çatışma yönetimi
- . Duygusal zeka
- . Kritik düşünme becerisi
- . Karar verme becerisi

Bilgisayar ve STEM becerilerine yönelik büyük bir talep bulunuyor, ancak iletişim ve çeviklik gibi temel beceriler de aynı şekilde talep görüyor. Yaratıcılık, analitik düşünme, kognitif düşünme, dijital okur yazarlık, proje yönetimi ve sonuca odaklılık, dijital dönüşüm için gerekli olan yetkinlikler arasında bulunabilir. Bu yetkinliklerin çoğu, uzun zamandan beri okullarda ve işletmelerde ele alınan ve değerlendirilen tanınmış yetkinliklerden oluşuyor. Ancak, dijital dönüşümle birlikte, bu yetkinliklerin tanımlarının, derinliklerinin ve ölçülerinin yeniden değerlendirilmesi gerekiyor.

- Üniversitelerin Makina mühendisliği, Mekatronik mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Bilgisayar mühendisliği bölümleri interdisipliner bir yaklaşım göstermelidir.
- Yükseköğretim alanında gerek programlar, gerekse öğretim ortamları çeşitlenecektir. Üniversite sanayi işbirliği arttırılarak güçlendirilmelidir. Endüstri dönüşümü ile ön plana çıkan yeni teknolojilerin entegre edildiği öğrenme ortamları tasarlanarak oluşturulmalıdır. Bu alanda yapılacak AR-GE çalışmaları yaygınlaştırılmalı ve desteklenmelidir. Yaz okulu ve staj uygulamaları arttırılabilir ve eğitimin daha erken dönemlerinde de başlatılabilir. MOOCS ve SPOCS uygulamaları artacak ve yaygınlaşacaktır.

Bu konuda birleşen veya yeniden sınıflandırılan teknoloji alanları hangileridir?

- Malzeme bilimi, nanoteknoloji, bioteknoloji, robotik, mekatroniktir. Bilişim sistemleri yeniden adlandırılacak ve sınıflandırılacak teknoloji alanlarındandır. Özellikle Endüstriyel Ağlar ve Güvenlik kısmı gelecekte de tekrardan ele alınması önem arz eden teknoloji alanlarındandır.
- Veri analizi ve Madenciliği, Endüstri Mühendisliği

- Gelecekte yok olacak meslekler ve ortaya çıkacak yeni meslekler belirlenerek eğitim sisteminde ihtiyaçlar doğrultusunda bir dönüşüm sağlanmalı ve yetenek-yanlı teknolojik değişime (“skill-biased technological change”) hazırlıklı olunmalıdır. Bu çerçevede:
 - . Dijital dönüşüm kapsamında nitelikli insan gücü kaynağını geliştirmek ya da söz konusu yeni sanayi yapısı ihtiyaçları doğrultusunda insan gücü kaynağı yapısını dönüştürmek için yeni eğitim programlarına ihtiyaç vardır. Çeşitli toplantılarda ülkemizdeki üniversitelerde bunun için doğrudan ihtiyaçlara yanıt verecek bir eğitim modülü olmadığı dile getirilmiştir. Bu durumu dikkate alarak üniversite ve teknokent ekosistemi olarak çalışma ve planlamalarımızı buna göre yönlendirmemiz faydalı olacaktır.
 - . Etkin bir akıllı üretim sistemleri uygulayıcısı ve servis sağlayıcısı olabilmek için sistem analistliği, üretim programlama ve planlama ve kod yazma konularında yetkinliği olan ve çözüm geliştirecek insan kaynağı yetiştirmeye yönelik üniversite programları üzerinde çalışılmalıdır.
- Sanayi 4.0 alt yapısını yapay zeka oluşturacaktır. Yazılım mühendisliği ve istatistik konularının birbirine yaklaşıp birleşmesinin yapay zeka yazılımı için önemi büyüktür. Yapay zeka donanım tarafında da makina mühendisliği, elektronik ve bilgisayar mühendisliklerinin birbirlerine yakın şekilde yeniden yapılandırılması gereklidir.
- İşlemcilerin sürekli güçlenmesine paralel olarak eskiden sadece PC içerisinde yaygın olan işletim sistemleri artık gömülü sistemlerde daha yaygın görülmektedir. Bunun sonucu olarak gömülü yazılım, bilgisayar mühendisliği disiplinlerinin de kapsar duruma gelmiştir. Bu sebeple elektronik ve bilgisayar disiplinleri yazılım mühendisliğinde birleşmektedir. Elektronik kontrol sistemlerindeki artışla birlikte makina mühendisliği ile elektronik kontrol sistemleri birbirine daha çok yaklaşmıştır. Bu bölümlerin bitirme projelerinde bile benzerlik net olarak görülmektedir.

Sektörde bu dönüşüme uygun personelin işe alınması için, üniversitelerin hangi bölümleri sürece dahil olmalı ve teknolojinin hangi alanlarında eğitim sağlamalıdır?

- IBM, STEM eğitimi ve iş yerine hazırlık için yeni bir modelin oluşturulması amacıyla kamu sektörünün, özel sektörün ve sivil toplum örgütlerinin iş birliği yapması gerektiğine inanmaktadır. IBM, bu topluluklar arasındaki iş birliğinin teşvik edilmesi için STEM konularını öne çıkaran ve devlet tarafından sağlanan ücretsiz lise öğretimini iki yıllık üniversitelerin eğitimiyle birleştiren bir kariyer ve teknik eğitim modeli geliştirmiştir. Amerika Birleşik Devleti, Avusturalya ve Fas'ta uygulanmaya başlayan bu model, öğrencilere doğrudan temel eğitim standartlarıyla bağlantılı, temel akademik müfredat çapında güçlü bir temel kazandırmaktadır. 9'uncu sınıftan 14'üncü sınıfa kadar olan bu yeni devlet okulu türü, herhangi bir özel teste ya da gereksinime tabi tutulmadan kabul edilen öğrencileri iş dünyasından rehberlerle bir araya getirmektedir. Bağlantılı şirketler de staj olanakları aracılığıyla uygulamalı iş yeri deneyimi sağlamaktadır. IBM'in Pathways in Technology Early College High Schools (P-TECH) sistemi, 9'uncu sınıftan 14'üncü sınıfa kadar olan yenilikçi devlet okullarından oluşan söz onusu okullar lisenin, üniversitenin ve kariyerin en iyi yönlerini bir araya getirmektedir. Programa katılan öğrenciler, altı yıl içinde ücretsiz olarak, uygulamalı bilim, mühendislik, bilgisayar ve diğer ilgili alanlarda bir ön lisans derecesine sahip olmakta; aynı zamanda da eğitimlerini sürdürmelerini ya da çok sayıda sektör için bilgi teknolojileri alanında yüksek ücretli, yüksek potansiyele sahip işlere kolaylıkla adım atmalarını sağlayacak becerileri ve bilgileri ediniyorlar. Bu model, hem geniş çapta yinelenebilecek hem de kariyer eğitiminde ve teknik eğitimde gerçekleştirilecek ulusal reformlar (Amerika Birleşik

Devletleri'nde) kapsamında sürdürülebilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Müfredatın belirlenmesine yardımcı olan ve bu öğrencilerle yıllar boyunca etkileşim kuran kurumsal iş ortakları, mezun olduktan sonra başlangıç seviyesindeki işler için başvuran öğrencileri rahatlıkla "ilk sıraya alacaklar"dır. IBM'de kendisiyle bağlantılı P-TECH okullarından mezun olan nitelikli adaylara iş görüşmelerini garanti ediyor – iş garantisi verilmemektedir. IBM ile diğer paydaşlar, bu modelin nasıl uygulanabileceğine ilişkin ayrıntılı bir kılavuz oluşturmuşlardır. Web sitesi, okul bölgelerinin, yükseköğretim kurumlarının ve işletmelerin IBM tarafından oluşturulan devrim niteliğindeki kamu-özel sektör iş birliğine dayalı eğitim modelini kullanarak ülke çapında P-TECH okulları kurmalarına yardımcı olacak araçlar ve başarı öyküleri sunmaktadır. Yurtdışındaki ülkelerde özellikle elektrik elektronik mühendisliği programlarında Sanayi 4.0 alanının alt başlıkları: Otonom robotlar, Big data, Nesnelerin interneti, Simülasyon ve görsel programlama olup, bu alanlarda lisans ve lisansüstü kurslar mevcuttur. Sanayi 4.0 için düşünüldüğünde tüm başlıklarda eğitim verilmesinden bu şekilde spesifik alanlarda uzmanlaşmış personel yetiştirilmesi daha sağlıklı olacağı, eğitim felsefesi açısından da uygun görülmektedir.

Öğrenmede hangi yöntemler uygulanmalıdır?

- Her konuda teorik temeli sağlam oluşturulmuş, ancak uygulamaya dayalı eğitim modelleri geliştirilmeli, Üniversitelerde öğrencilere aktarılan bilgiler yeniden ele alınarak daha sade ve gayeye yönelik düzenlenmeli,
Öğrencilere proje ağırlıklı ve amaç odaklı düşünme ve öğrenme esasları verilmeli, Uzmanlaşmayı sağlayacak şekilde ders-staj-uygulama içeren proje yapısı oluşturulmalı,
Klülplerde proje yarışmaları düzenleyerek öğrencilerin uygulayarak ve üreterek yapılan rekabet duygusu teşvik edilmelidir.
- Üniversite-sanayi işbirliği kapsamında ağırlıklı olarak yardımcı doçent ve doçentlerin sanayide belli dönemler çalışmasını sağlayacak bir model oluşturulmalı, böylece sanayiye ve üniversite sanayi işbirliği problemlerini tanımlamaları sağlanmalı,
Yeni teknolojinin gerektirdiği, farklı sektörlerle ortak yeni uzmanlık dalları üniversitelerin yüksek lisans eğitim programlarına dahil edilmeli,
Başarılı mühendisler yeni dallarda, yeni konularda sürekli eğitime teşvik edilmeli,
Sanayi kuruluşlarının yürüttüğü, sadece yapılacak işe doğrudan yönelik bilgi ve becerilerin kazandırıldığı sertifika programları, eğitim kurumları ve üniversitelerle birlikte geliştirilmelidir.
- Öğrenme yöntemlerinden mesleki öğrenmeye yönelik yeni stratejilerin geliştirilebileceği gibi işbirliğine dayalı öğretim, tam öğrenme, problem çözme, beyin fırtınası ve sunuş yoluyla öğrenme gibi yöntem ve teknikler kullanılarak öğrenmenin birey tarafından içselleştirilmesi sağlanabilir.
- Kişinin bireysel olarak sisteme hakim olduğu bir yapıdan ziyade disiplinler arası çalışmanın önemli olduğu spesifik uzmanlık gerektiren çalışmaların ön planda olduğu yöntemler geliştirilmelidir. Bunun yanında kişilere tasarım yeteneği kazandıracak, problem çözme yeteneklerini arttıracak çalışmalar yapılmalıdır.
- Teorik eğitim sahada uygulamayla eş zamanlı verilmelidir.
 - . Analitik öğrenme
 - . Online eğitimler ve materyal paylaşımı - MOOC
 - . Eğitimde Kişiselleşme – enstitü ve eğiticiler open-minded olmalı, öğrenciler için fits-me konsepti ilgi çekici
 - . Esnek müfredat – öğrenci ihtiyaçlarına göre

- Okul, merkezi sınavlar ve didaktik anlatım ile (öğretenin odakta olduğu, bilge kişi olduğu varsayılan sistem) eğitim-öğretim yaklaşımı geçen yüzyıldan kalan bir yaklaşımdır ve bitmiştir. Olması gereken yöntem;
 - . Öğrenenlerin kendilerine anlamlı gelen ve gerçek hayata dair sorunları çözerken, durumları analiz ederken ya da oyun oynarken multidisipliner yeterlikler kazanmalarını içeren,
 - . Öğretenlerin sahnenin kenarındaki yönetmen/rehber/ model/yardımcı gibi davrandığı,
 - . Öğrenenleri keşfetmeye, derinlemesine sorulamaya, bilgiyi aramaya, değerlendirmeye iten,
 - . Başarının ölçülmesinde nicelik kadar niteliğe, çıktı kadar sürece (gelişime) önem veren,
 - . Fiziksel çevrenin sınıf düzeni yerine ortak çalışma alanı haline dönüştüğü bir yaklaşım benimsenmelidir.
- Öğrenmede geleneksel yöntemlerin yanı sıra yeni ve yenilikçi yöntemler de öne çıkarılmalı ve ihtiyaca göre uygulanmalıdır. Eğitimin her alanında zaman ve mekan kısıtlarını ortadan kaldıracak yenilikçi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle açık ve uzaktan öğrenme yöntemleri doğrultusunda uygun ve gelişmiş teknolojiler kullanarak doğru ve etkili e-öğrenme/mobil öğrenme çözümleri geliştirilip ihtiyaca yönelik olarak amacına uygun şekilde yaygınlaştırılmalıdır.
- Sanayi 4.0 ile ilgili olarak sanayimizin istediği çok disiplinli, bilişim, girişimcilik, yaratıcılık, proje yönetimi becerilerine sahip söz konusu nitelikli işgücünün yetiştirebilmesi için anaokulundan başlayarak tüm eğitim seviyelerimizde, eğitim programlarının yeniden geleceğe dönük ihtiyaçları karşılayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Toplum bireyleri ve nitelikli iş gücü, 21. Yüzyıl becerileri olarak adlandırılan yaratıcı düşünce ve yeniliğe açıklık, sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme, tasarım ve sonuç odaklı düşünme, iletişim ve işbirliğine yatkınlık, bilgi, medya, dijital okuryazarlık, esneklik, uyum, girişimcilik, özmotivasyon, disiplinlerarası düşünme, hesaplamalı düşünme (computational thinking) becerilerine sahip olacak şekilde eğitilmelidir. Eğitim süreçleri, bireyleri bilgi üretme motivasyonları yüksek, günlük hayatlarında ve karar alma süreçlerinde bilgiyi doğru şekilde yorumlayıp işleyebilen, sistematik düşünme yeteneği gelişmiş, kendisini ve yaşadığı çevreyi sorgulayan ve sürekli/hayat boyu öğrenen düzeye getirecek şekilde düzenlenmelidir. Bireylerin bu becerilerini iş hayatları/kariyerlerinin yanı sıra günlük yaşamlarında da kullanmasıyla, refah toplumuna ulaşılmasında önemli yol alınacağı değerlendirilmektedir.

Anaokulundan başlamak üzere tüm düzeyde milli eğitim ile mesleki/teknik eğitim kategorilerinin, teknoloji ve mühendislik ile harmanlanmış temel bilim disiplinlerine, yöntemlerine, içeriklerine ve uygulamalarına uygun olarak güncellenmesi; ekonomimizin ivedi ihtiyacı olan bilim ve teknoloji üretilmesini ile bunların ülkemiz ve insanlığın yararına yenilikçi ürün, süreç ve hizmetlere dönüştürülmesini sağlayacaktır. Eğitim sistemimiz, problemlere araştırmalar ve disiplinler arası işbirlikleri sonucunda çözümler bulmaya odaklı, proje bazlı, sistematik ve tasarıma yönelik, girişimciliğe teşvik eden yaklaşıma sahip olmalıdır.

Eğitim sistemimizde, bilgi yoğun, ezbere ve teste dayalı eğitim yerine sadeleştirilmiş, sorgulayıcı araştırmaya dayanan, uygulamalı, aktif katılım sağlayan eğitim verilebilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Eğitimde ölçme, değerlendirme kriterlerinin yeni sisteme göre güncellenmesi, faaliyetlerin sonuçlarının çeşitli araçlarla denetlenmesi başarıyı getirecektir. Sınav geleneğinin revize edilmesi, öğrencileri sınavların yanı sıra yapmaya, uygulamaya yönelik girişimci eğitim projeleri ile de değerlendirme hususu dikkate alınmalıdır.

Bu kapsamda eğitim çalışmaları, klasik eğitim yöntemlerinden farklı olarak, interdisipliner gerçekleştirilmelidir. Yeni nesil gelişmiş eğitim çalışmaları göz önüne alınarak, eğitim metodolojileri ve içerikleri, temel bilim, mühendislik, teknoloji ve sanat alanlarının teori ve pratiklerinin disiplinler arası ve birbirleriyle bütünleşik harmanlanmasıyla oluşturulmalı, aktif katılımlı uygulama süreçleriyle düzenlenmeli ve eğitimde kalitenin artışı çeşitli araçlarla izlenmeli ve denetlenmelidir. Her seviyedeki eğitim ögeleri, yaratıcılığın kullanıldığı, sorgulamaya ve araştırmaya dayalı, problemlere çözümleri araştırmalar sonucunda ve verimlilik sağlayan disiplinler arası işbirlikleri sonucunda bulmaya odaklı yaklaşımlarla güncellenmelidir. Bilim formasyonu yanında, tasarımda yaratıcılığı tetikleyecek hayal gücü ile estetik yaklaşımı sağlayacak sanat alanlarının etkisi de eğitime yansıtılmalıdır. Bu yaklaşım, toplumun bireylerinde entellektüel ve bilişsel (cognitive) becerileri geliştireceğinden IQ (Intelligence Quotient) yanısıra yüksek EQ'lu (Emotional Quotient -sosyal zeka) bireylerin yetişmesini sağlayacaktır.

Yeni nesil bilimsel tabanlı, disiplinler arası eğitim çalışmalarında, klasik yöntemlere ek olarak öne çıkan beş yeni yaklaşımın da eğitim süreçlerinde uygulanması başarıyı getirecektir:

- . Proje – tasarım bazlı öğrenim
- . Laboratuvar veya iş yeri bazlı uygulamalı öğrenim
- . Teknoloji destekli eğitim araç ve düzeneklerinin eğitimde kullanılması,
- . Eğiticilerin, klasik öğretmen vasfından çok yol gösterici, rehber rolünde olmaları,
- . Eğitimin interaktif ve kişiye özel gerçekleştirilmesi.

Eğitimin interaktif olarak uygulamalarla desteklenmesi, yaratıcı ve yenilikçi atölyeler ve eğitimlerde bizzat öğrenciler tarafından teknoloji destekli eğitim araç ve düzeneklerin kullanılması, öğrencilerin edindikleri bilgilerin hayattaki işlevselliğini anlamasını ve diğer bilim dallarıyla kolayca harmanlayabilmelerini sağlayacaktır. Böylece öğrencilerin yaratıcı ve yenilikçi düşünme becerilerini oluşturmaları, söz konusu becerileri kullanarak farklı disiplinlerin nasıl bir arada çalıştıklarını uygulamalarla içselleştirmeleri ve gündelik hayattaki sorunların bilimsel yöntemlerle nasıl çözümleneceğinin farkına varmaları da sağlanacaktır. Teknolojik araç ve düzeneklerin kullanılması, yeni teknolojilerin nasıl geliştirildiği ve bu teknolojilerin gündelik yaşamı nasıl etkilediği hakkında öğrencilere fikir verecektir.

Proje bazlı öğrenim yaklaşımı da öğrencilerin öğrendikleri basitleştirilmiş mühendislik tasarım süreç ve metodolojilerini, günlük yaşamlarında kendi tasarımları için kullanmaya başlamalarını ve çeşitli süreçler ve problem çözümlerinde de kolaylıkla uygulayabilmelerini sağlayacaktır.

Proje-tasarım bazlı öğrenimin öne çıkan etkili teknikleri ;

- . Öğrencilere kodlama eğitimi ile algoritmik düşünce yeteneği kazandırılması, Öğrenim sırasında deneysel araçlar, düzeneklerin kullanılarak fiziksel ve dijital dünyanın öğrencinin gözünde ilişkilendirilmesi,
- . Tasarım sırasında bilgisayar kontrollü üretim araçları, cihazları kullanılarak öğrencilerin düşünce aşamasından fiziksel somut sonuçlara varmaları (3D yazıcı gibi), öğrencinin yaratıcı ve analitik düşünmesini, sorgulamasını, sebep-sonuç ilişkilerini değerlendirmesini, araştırma yapmasını, problem çözme, çözüm geliştirme yeteneklerini arttırmasını, paylaşımcı çalışmalar yapmasını, makinelerle iletişim kurabilme becerisini kazandırarak, teknoloji okur yazarlığa sahip olmasını sağlayacaktır.

Kodlama sayesinde çocuklar çok farklı bilgi parçacıklarından anlamlı bilgiler üretme becerisini de hızla geliştirecek, sıralama, hesaplama düşünme (computational thinking), planlama yapma, analiz etme, deneyerek bulma ve etkin öğrenme gibi zihinsel becerileri artacaktır. Kullanacakları

deneysel araçlar, düzenekler, cihazlarda, birçok disiplinin bir araya gelerek bütünleşik çalışan yazılım ve donanım yapılarını da incelemek öğrenciye görüş ve birikim kazandıracak, günümüz ve geleceğin dünyasının teknolojilerini etkin kullanma becerilerine erken yaşta kavuşmalarını sağlayacaktır.

Yukarda belirtilen nedenlerle, ülkemizde anaokullarında ve K-12 seviyesindeki öğrencilere yazılım kodlama yeteneğinin kazandırılması, yazılım ve tasarım eğitimi verilmesinin genel müfredata sokulması, öğretmen ve eğitimcilere de bu konularda rehberlik edebilecek düzeyde eğitim uygulanması hususlarının önemle değerlendirilmesi gerekmektedir. Öğretmenlerin, lisans düzeyinde eğitim almaya, lisans sonrası branşlarında veya ilgili diğer destekleyici branşlarda akademik programlarda derece yapmaya teşvik edilmeleri gerekmektedir.

Ancak bahsedilen eğitim düzenlemeleri tasarlanırken, değişik özelliklere sahip olmaları nedeniyle aşağıda belirtilen grup kategorilerine özel detayların da çalışılmalıdır :

- . Normal dağılım içinde yer alan öğrenciler,
- . Meslek -teknik eğitim lisesi öğrencileri,
- . Üstün yetenekli öğrenciler,
- . Dezavantajlı gruplar (Engelli öğrenciler, kenarkent/mahrumiyet bölgeleri öğrencileri)

Yukarıdaki Geleceğe Yönelik Ortak Eğitim Hedefleri/ Program Önerilerinin sıra, STEM ve STEAM benzeri yaklaşımlar, teknoloji ve mühendislik ile harmanlanmış temel bilim disiplinlerine yöntemlerine, içeriklerine ve uygulamalarına bağlı olarak düzenlenen eğitim yöntemleri, problemlere araştırmalar ve disiplinler arası işbirlikleri sonucunda çözümler bulmaya odaklı, proje bazlı, sistematik ve tasarıma yönelik, girişimciliğe teşvik eden yaklaşımlar uygulanmalıdır.

Üniversitelerde üst seviyede akademisyenlerin sanayide çalışması sağlanarak, sanayiye eğitim ve proje bazlı katkıda bulunmaları da bu kapsamda çok faydalı olacaktır.

Aktif öğrenme, görsel, işitsel ve dijital içerikli eğitim öğeleriyle, yazılımsal araçlar, uygulamalar kullanılarak, çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimiçi Açık Ders (MOOC) yöntemleri de kullanılmalıdır.

- Benzetim ile de olsa tecrübe ile öğrenilenler, klasik yöntemlerle öğretilenlere göre çok daha kalıcı olmaktadır. Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin geldiği uç noktalar bu eğitimler de kullanılmalıdır.
- Teknik ve mesleki alanlarda çalışacak personellerin Ortaöğretimde (erken dönemde) çalışacağı alanla ilgili teknik bilgi ve beceriye sahip olacak şekilde eğitilmesi gerekmektedir. Üniversitede alınacak eğitimin daha etkin ve verimli olması ve zaman kaybının engellenmesi için söz konusu dönemde ilgili alanlarda eğitimin verilmiş olması gerekmektedir. Eğitimlerin endüstrinin gereklerine göre şekillenmesi ve gerekli alanlarda multi disiplinler eğitimlerin verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye Bilişim Derneğinden Doç. Dr. Cesur Baransel, A. Eser Baransel, İ. İlker Tabak'ın kendilerine yönlendirilen sorularla ilgili olarak sundukları raporun bazı bölümleri aşağıda sunulmuştur.

Özellikle büyük şirketlerin son yıllarda yaptığı öncü çalışmalarda, mevcut eğitim düzeninin yeni endüstri devriminin gerektirdiği mühendis ve eğitilmiş teknik işgücü niteliklerini sağlamada yetersiz kaldığı görüşü yaygınlık kazanmıştır. Buna bağlı olarak, eğitimin yeniden şekillendirilmesine yönelik çalışmalar başlatılmış ve elde edilen sonuçlar bildiriler ve komite raporları aracılığı ile internet ortamında genel erişime açılmıştır.

Yukarıdaki bazı örneklerde yer alan ve mevcut mühendislik programlarının içeriğinde kapsamlı değişiklikler öngören öneriler bizce Türkiye ortamında gerçekçi değildir. Hoca açısından bakıldığında, yılların birikimi olan ders notu, sınav soruları ve yansılar gibi eğitim araçlarını büyük ölçüde yeniden yazmak şu anda karşılığı olmayan bir emek olarak algılanabilir. Kaldı ki bunu yapmaya hevesli hocalar için bile, yeni içeriğin büyük oranda gerçek hayattan üretim tecrübesi gerektirmesi, yapılacak değişikliklerin etkisinin ve kapsamının yeterliliğini olumsuz yönde etkileyecek unsurlardır.

CPS benzeri teknolojiler için şu anda yerel endüstride büyük bir istihdam talebi bulunmamaktadır. Bu tür bir talebin ortaya çıkması için CPS ürünlerinin ekonomik getirisinin küresel ve yerel piyasada belirli bir büyüklüğe erişmesi gerekir. Öte yandan, ekonomik büyüklük istenen düzeye ulaştığında, bazı küresel oyuncular belirli alanlarda köşe başlarını zaten tutmuş olacaklarından, piyasaya yeni giren oyuncuların karşılaşacakları güçlü küresel rekabet yerel üreticilerin büyümesine önemli engel oluşturacak ve istihdam talebi yine sınırlı kalacaktır. Bu açmaz, üniversitelerden kurulu düzenlerinde köklü değişiklikler yapmalarını ve büyük ölçüde sahip olmadıkları deneyimler gerektiren yeni ders ve eğitim programları açmalarını beklemekle aşamaz. Benzer biçimde, firmaların genellikle çok kıt olan finansal kaynaklarından büyük Ar-Ge yatırımları yapmalarını beklemek de gerçekçi bir yaklaşım değildir. Bu tür beklentiler yakın geçmişte başta Almanya olmak üzere pek çok ülkede boşa çıkmıştır. Bizce en akılcı çözüm Almanya ve Çin'de başarısı gözlenen bazı örgütlenme biçimlerinde yatmaktadır. Bu konudaki somut önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır.

- ∴ Mühendislik bölümleri ve firmaların birlikte hazırladıkları projeler özellikle desteklenmeli ve proje destekleme kararını veren komitelerde meslek kuruluşlarının görüşü de en az akademik danışmanlar kadar ağırlıklı olmalıdır. Meslek hayatını her gün küresel rekabetle boğuşarak, ürettiği malı satmaya çalışarak geçiren deneyimli mühendislerin görüşlerinin önemini tartışmaya gerek görmüyoruz.
- ∴ Tepeden inme yaklaşımla düzenlenen eğitim içeriklerinin ve ders konularının beklenen faydayı sağlayacağı tartışmalıdır. Bunun yerine, akademinin ve sanayinin birbirlerinin niteliklerini ve sağlayabileceği karşılıklı katkıları anlayabileceği ortak proje geliştirme ortamlarının önemine inanıyoruz. Başlangıçta akademide verilen derslerden türetilen bir eğitim programı, bu karşılıklı etkileşimle zaman içerisinde evrilecek ve gerçek ihtiyacı karşılayacak biçime hızla uyarlanabilecek esneklikte tasarlanmalıdır.
- ∴ Sanayide çalışan mühendislerin eğitimi en az yeni mühendislerin eğitimi kadar önemlidir. Ancak iş sahibi mühendislerin eğitiminin üniversite eğitimi ile aynı yöntemlerle

başarılamayacağı unutulmamalıdır. Yeni endüstri devrimi özellikle bilişim teknolojileri konusunda belirli bir düzeyde anlayış ve yeterlilik gerektirmektedir. Bu yeni teknolojilerin karmaşıklık düzeyi, kullandıkları algoritmalar ve bunların dayandığı matematik açısından çok yüksektir. Bir örnek vermek gerekirse, on yıldır otomotiv sanayinde çalışan bir makina mühendisine yeni otomobillerdeki kendiliğinden fren yapma, trafik levhalarını sürüş anında tespit etme, şerit ihlali durumunda sesli uyarı verme, sürücüsüz otomobil, sıkışık trafikte öndeki araçla belirli bir mesafeyi koruyacak biçimde otonom sürüş gibi yeni ürünlerde kullanılan yapay zekâ ve sinyal işleme teknikleri konusunda belirli bir teknik görüşün kazandırılmasında karşılaşılabilecek zorluklar tartışmaya açılabilir.

- ∴ Bu konuda dünya genelinde yaygınlık kazanan yaklaşım çevrimiçi kurslardır (MOOC, Massively Open Online Courses). Kuzey Amerika’da Coursera, udemy, p2pU, edX, Khan Academy, Avrupa Birliği’nde Eliademy, iversity, Open HPI, OpenuuEd, FutureLearn, Japonya’da Schoo, Malezya ve Endonezya’da MOOCs on Entrepreneurship, Avustralya’da openlearning, open2study ve Brezilya’da veduca gibi. Bu kursların büyük bölümü internette ücretsiz olarak açık olmakla birlikte, yabancı dil engeli meslek yüksekokulu mezunları için olduğu kadar pek çok üniversite mezunu için de önemli bir sorun oluşturmaktadır. Benzer bir yapının Türkçe olarak endüstriye kazandırılması için, vakıflara ve meslek örgütlerine kaynak yaratma ve örgütlenme konularında önemli görevler düştüğüne inanıyoruz.
- ∴ Yeni endüstri devriminin karmaşık algoritmalara ve yüksek matematiğe dayalı olduğundan daha önce bahsetmiştik. Dolayısıyla bunların olası en açık biçimde ve en kısa zamanda öğretilmesini sağlayacak eğitim materyallerinin kalitesi ve içeriği özel önem kazanmaktadır. Algoritmaların öğretilmesi için bunların animasyonu özellikle etkin bir öğretim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Örneğin sıralama algoritmalarının animasyonunu yapan uygulamalar internet ortamında mevcuttur. Daha karmaşık yapay öğrenme algoritmalarının, büyük veri çözümleme tekniklerinin, iletişim algoritmalarının animasyonlarının da yapılması teknik olarak mümkündür. Ancak, bu son derece emek yoğun iş için kaynak ayrılması gereklidir.
- ∴ Meslek örgütleri ve vakıflar tarafından dünyadaki son teknolojik gelişmeleri yakından izleyerek bunları ilgili sanayi kollarına aktaran bir örgütlemeye gidilmesini öneriyoruz. TTGV tarafından yakın zamanda çevirisi yapılarak Türkçe’ye kazandırılan “Platform Devrimi” gibi önemli kaynaklar düzenli olarak izlenmeli ve yılda belirli sayıda çeviri yapılarak üniversitelerin ve meslek yüksekokullarının ilgili bölümlerine dağıtılmalıdır. Konuyla ilgili hocaların yayını tanıtmak üzere ders içinde 10–15 dakika ayırması özendirilmeli ve okumak isteyen öğrenciler için uygun sayıda kopya bölüm/üniversite kitaplıklarında hazır bulundurulmalıdır.
- ∴ Meslek örgütleri kendi iş kollarıyla ilgili olarak dünyadaki gelişmeleri uluslararası yayınlar, konferanslar ve fuarlar yoluyla yakından izlemeli ve ulusal endüstrinin rekabet gücünü artıracak biçimde temel bulgu, saptama ve önerilerini düzenli raporlarla ilgili üniversite, meslek yüksekokulu, sanayi kuruluşları ve siyasi otorite ile paylaşmalıdır.
- ∴ Türkiye temel matematik öğretimi konusunda ABD’nin sorunlarını daha ağır olarak yaşamaktadır. Hem üniversite öncesi hem de üniversite bağlamında matematik eğitiminde önemli etkinlik sorunları vardır. Üniversitelerde matematik dersleri, genellikle matematik bölümünden servis dersi olarak alınır. Bu derslerde verilen örneklerin derslerin

verildiği bölümlerin mesleki uygulamalarından seçilmemesini önemli bir sorun olarak görüyoruz. Örneğin diferansiyel denklemler öğretilirken seçilen örnekler ekonomi, elektrik ve bilgisayar bölümlerinde değişik örneklerle işlenmelidir. Ekonomi bölümünde verilen bir diferansiyel denklemler dersinde, verilen örneğin bir pervanenin yarattığı hava akımının incelenmesi konusunda seçilmesinin öğrencinin ilk beş dakikada dersi dinlemekten vazgeçmesine neden olduğunu yaşayarak gözlemlemiş bulunuyoruz. Sonuç olarak, algoritmaları kullandıkları matematik, bilgisayar kodu, veri yapıları ve ürettikleri sonuçlarla birlikte bir animasyon ortamında Türkçe olarak kullanıcıya sunan bir öğretim platformunun üretime ve sanayiye önemli gerçek katkılar sağlayacağını öngörmekteyiz.

- ∴ Türkiye'nin kıt kaynaklarıyla yeni endüstri devriminin her alanında dünya lideri olmak üzere eş zamanlı projeler başlatması beklenemez. Ancak bir tarım ülkesi, önemli bir tekstil ihracatçısı ve enerji ithalatçısı olan Türkiye'nin örneğin akıllı tarım alanında, tekstil makinalarının üretiminde ve akıllı enerji ağları gibi konularda Sanayi 4.0 gereklerine uygun projeler başlatmasında ve ürün geliştirmesinde bir engel yoktur. Kuşkusuz, bu girişime her sektörün göstereceği ilgi aynı düzeyde olmayacaktır. Ancak, bir tek alanda sağlanabilecek önemli bir başarı öyküsü, diğer sektörlerde de ilginin hızla artmasına yol açacaktır. Bu konuda vakıfların, meslek örgütlerinin ve devlet desteklerinin anahtar rol oynayacağı açıktır.

Yurtdışında programlarının incelenmesinde yarar görülen üniversiteler hangileridir?

- . International joint program of Entrepreneurship: Hong Kong University, US university,
- . RWTH Aachen University, Joint master program, Project oriented joint core curriculum.
- . <https://www.academy.rwth-aachen.de/en/education-formats/summer-schools/production-technology-meets-industry-4-0>
- Yurtdışındaki ülkelerde özellikle elektrik elektronik mühendisliği programlarında Sanayi 4.0 alanının alt başlıkları:
 - . Otonom robotlar,
 - . Bigdata,
 - . Nesnelerin interneti,
 - . Simülasyon ve görsel programlama olup, bu alanlarda lisans ve lisansüstü kurslar mevcuttur. Sanayi 4.0 için düşünüldüğünde tüm başlıklarda eğitim verilmesinden bu şekilde spesifik alanlarda uzmanlaşmış personel yetiştirilmesi daha sağlıklı olacağı, eğitim felsefesi açısından da uygun görülmektedir.
- Industrie 4.0 Research at German Research Institutes – An Overview“, VDMA, April 2016
- http://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/I40%20Research%20at%20German%20Research%20Institutes%202016_2.pdf/22ad818d-bbdc-4b84-87df-afa78c251048
- Avusturyada St Poulten Uase Üniv.’de smart engineering kurs olarak açılmış sonrasında BS de ders olarak girmiş. İsmi de ‘Smart Engineering Of Production Tech.&Process’; Almanya Flensburg Üniversitesinde de aynı bölüm açılmış.
- VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, Mechanical Engineering Industry Association) tarafından geçen yıl ayrıntılı olarak birçok enstitü incelenmiş ve kapsamlı bir rapor yayınlanmıştır. VDMA üyelerine Sanayi 4.0 alanında yer alan Alman araştırma Enstitüleri çalışmaları hakkında genel bir çerçeve sunmak ve bu alanda enstitü ve şirketleri gelecekteki projeleri için birlikte çalışabilecekleri partner bulma konusunda desteklemek amacıyla oluşturulan bu raporda oldukça fazla örnekte yer almaktadır. Bunlardan bazıları:
 - . DiK – Department of Computer Integrated Design Technische Universität Darmstadt (Information Integration, Virtual Product Creation, Distributed and Cooperative Work)
 - . FIR e. V. – Research Institute for Industrial Management RWTH Aachen University (service management, information management, production management and business transformation).
- University of Applied Sciences in Osnabrück
Production Technology Meets Industry 4.0, RWTH Aachen University
ICT 2020-Research for Innovations Program
Digital Germany 2015
The Autonomik für Industrie 4.0

Aşağıdaki bağlantıdan da birçok farklı yüksek lisans programı ile ilgili bilgiye erişilebilir:

<http://www.mastersportal.eu/study-options/268615706/industrial-systems-engineering-germany.html>

- Almanya’nın teknik üniversiteleri incelendiğinde, 3 sene BS ve sonrasında 2 senelik yüksek lisans eğitiminin devreye girdiği görülmektedir. Bu fakültelerde okuyan öğrenciler ‘gymnasium’ sisteminde yetişmiş, yeterli olgunluk seviyesine erişmiş gençlerdir. 3 senelik

sürenin ilk iki senesinde, bölümün temel mühendislik ve temel bilimler dersleri yer alır. 3.yıl ise seçilen alana ve programındaki disiplin kombinasyonlarına göre uzmanlık/yetkinlik kazanılacak dersleri seçilebilir. Bu programlardan mezun olan öğrenciler mesleki yetkinlik alanlarına eşlik eden tamamlayıcı yetkinlikler de almak durumundadır (soft skills vb.) Etkili öğretim ve öğrenme yöntemleri/eğitimlerinin, gerek öğretim elemanlarına (tenure, research, teaching & research assistant) gerekse öğrencilere sürekli sunulduğu görülmektedir. Ayrıca eğitim sisteminde Kalite Yönetim Sistemi süreçleri her aşamada ve seviyede uygulanmaktadır; metodolojiler, yaklaşımlar, eğitim felsefesine uyumlanma, izleme-ölçmedeğerlendirme, akreditasyon gibi bileşenler bu sistemin parçaları olarak yapılandırılmıştır. Detaylar aşağıdaki web adreslerinden incelenebilir:

<https://www.rwth-aachen.de>

<https://www.tum.de>

<http://www.tuwien.ac.at/EN/>

<https://www.tugraz.at/en/oe/lehr-und-lerntechnologien/home/>

Almanya 'daki eğitim sistemi yanısıra ABD, Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerindeki eğitim sistemlerinin detayları da incelenmelidir. MIT, STANFORD, UCLA üniversitelerinde de eğitim araştırma ve geliştirmesine yönelik enstitüler, birimler kurulmuştur.

- International joint program of Entrepreneurship: Hong Kong University, US university, RWTH Aachen University, Joint master program, Project oriented, Joint core curriculum.
- Horizon 2020 Marie-curie – uluslararası burs ve araştırma dolaşım destekleri uluslararası ve sektörler arası araştırmacı dolaşımını teşvik etmektedir. Sanayi 4.0 özelinde bu programa yoğunlaşılabilir.

Yaşam Boyu Eğitim

“Akıl eğitimin ürünü değil, yaşam boyu onu edinme girişimidir” -

Albert Einstein

Yaşam Boyu Eğitim konusunda yurtdışında başarılı uygulamalar hangileridir? Bunların programlarına nasıl ulaşabiliriz?

- Türkiye’de ve yurtdışında mezunlara, öğrencilere, halka sunulan sertifikalı eğitimler ve ikinci üniversite programları kapsamında çeşitli eğitim olanakları verilmektedir. Kendi uzmanlık alanını ilerletmek, firmaların talep ettiği ya da kendi çalışma konusunun gerektirdiği tamamlayıcı bir alanda yetkinliğini genişletmek, merak ettiği farklı bir alana yönelmek, disiplinlerarası çalışmaları gerçekleştirebilmek, eğitim seviyesini yükseltmek amaçlarına uygun olarak çeşitli dereceli sertifika programları bulunmaktadır. Özellikle, mezuniyet sonrası profesyonel ve nitelikli hizmet verme imkanına sahip sertifikalı program mezunları istihdamda daha çok talep görmektedir. Bu uygulamalara örnek olarak aşağıdaki eğitim çeşitleri ve konular verilebilir:
 - . Yaz ve kış okulları, uyum sınıfları, atölye (workshop) çalışmaları, MOOC eğitimleri, derece programları (yüksek lisans, doktora gibi), ileri akademik eğitim sertifikaları.
 - . Sertifikaların verildiği alanlardan örnekler;
 - ... Eğitim üzerine sertifikalar: **yeni nesil eğitim yaklaşımları** üzerine sertifikalar, **e-öğretim, bilgisayar ve teknoloji yetkinliği, eğitim yönetimi** üzerine sertifika programları vb. gibi.
 - ... Teknik alanlar üzerine sertifikalar: **Databases, Artificial Intelligence, Computer Networks, Distributed and Parallel Systems, Distributed Multimedia Applications, Big Data, Cloud Computing** vb. gibi.
 - ... Mühendislik üzerine: **Ekonomi, teknoloji yönetimi, kalite yönetimi** vb. gibi.
 - ... MOOC öğretim: **Uçan robotlar için özerk navigasyon, Kodlama, LOOP – Nesneye yönelik programlamayı öğrenme, 6 Sigma Temelleri , Risk Yönetimi, Güvenilirlik, Olasılık** vb. gibi.
- Sanayide üniversitelerden bilim insanlarının eğitim veya proje bazlı çalışması da, iş yerlerinde yetkin eğitim olanaklarını doğurmaktadır. Veri Analizi konuları, basitleştirilerek, veri okur-yazarlığı eğitimleri tasarlanabilir. Buna ek olarak, örneğin Stanford Üniversitesinde, şu konularda yaşamboyu eğitim programları bulunmaktadır:
 - . Tame Big Data to Drive Big Insight (dör Data CEO’s)
 - . Cloud Computing: Selling and Marketing SaaS and Mobile Solutions to the Enterprise
 - . Data Driven Marketing
 - . Product Management for IoT
- Yaşam boyu eğitim noktasında yurt dışındaki en iyi örnek Code.org’dur. Erken yaşta Bilgisayar Bilimleri Eğitiminde dünyada çatı kuruluş olan Code.org üzerinden 5 yaşından başlayarak Bilgisayar Bilimleri Eğitimi bilgisi verilebilir ve Code.org’da yer alan kurslar ile geliştirilebilir. RobinCode.org, Code.org’un Türkiye sorumlusu ve global ortağı olarak ülkemizde bu çalışmaları yürütmektedir. Gerçekleştirilecek eğitimler yüzyüze ve uzaktan eğitim olacak şekilde planlanarak daha geniş gruplara ulaşılacaktır.
- Yurtdışında başarılı uygulamalara iki örnek:
 - Warwickshire College Group (<https://www.warwickshire.ac.uk/>)

The University of Warwick

(<http://www2.warwick.ac.uk/study/cil/courses/professionaldevelopment/>)

- İki temel forum çıktılarından yararlanılabilir.

. Unesco World education forum

. The education World forum

Online bilgi paylaşımı: international journal of lifelong education, blogs

- Kitlesele çevrimiçi dersler (Massive open online courses-MOOCs) ve açık eğitim kaynakları (Open education resources) gibi bireylerin, kurumların sahip oldukları deneyimleri, kaynakları tüm herkesin kullanımına açtıkları uygulamalar; her yerden her zaman (ubiquitous-mobil) öğrenme, yarı-biçimlendirilmiş (informal, örneğin sertifika programları), biçimlendirilmemiş (non-formal) öğrenme; kısa sürede tüketilebilecek ancak doyurucu, nitelikli öğrenme imkanları (bit-size learning) önem kazanmaktadır. Bu bağlamda ülkemizde de tüm kurum ve bireylerin deneyimlerini dijital hale getirerek paylaşımlarına imkan sağlanmalı, teşvik edilmelidir. Bu konudaki yasal engeller ortadan kaldırılmalıdır. Paylaşımların kolayca erişimi, tanıtımı için imkanlar sağlanmalıdır.

Hangi teknik yetkinlikler hangi eğitimlerle ve nasıl bir eğitim ortamında edinilmektedir?

- Mesleki yeterlilik kazanma için beceri kazandırmaya yönelik sertifikasyon içeren uygulamalı eğitimler, endüstri tecrübesi olan öğretmenlerinde desteği ile.
- Çeşitli eğitimler, atölye, seminer, MOOC, staj, dönemlik sınıflar, proje-tabanlı vb.
- Öğretim sınıfları, işyerleri ortamlarında verilmektedir.

İstenen ölçütler ne olmalıdır?

- Bu ortamlarda eğitim alan öğrencilerin ve eğitim veren öğretim üyesi/ öğretmenlerin başarı seviyeleri,
- Bu ortamlara eğitim almak için yapılan başvuru sayısı,
- Bu ortamlarda eğitim alan öğrencilerin ve eğitim veren öğretim üyesi/ öğretmenlerin memnuniyet seviyeleri,
- Bu ortamlarda verilen eğitimlerin sanayi sektörleri tarafından faydalı bulunarak kabul görmesi.
- Başarı ile programı tamamlama (bağımsız sınav sistemi) ve yükseköğrenime devam etme oranları, mezunların branşlarında çalışma oranları istenen ölçütler olmalıdır.

Türkiye’den Uygulama Örnekleri

- **Maçka Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi** ile IBM arasında bir sözleşme yapılarak söz konusu lisede deneysel bir program kapsamında aşağıdaki dersler verilmiştir.
 - Maçka Akif Tuncel Meslek Lisesi ve Teknik Anadolu Lisesi Bilişim Bölümü Web Programcılığı Dalı, Web Tasarım ve Planlama Dersi: Bu ders yıl boyunca atölye ortamında gerçekleştirilmiştir. Tasarım Odaklı Düşünce Çalıştayı gerçekleştirilmiştir. Proje yönetimi konusu işlenmiş, bir projenin yapılması için gerekli olan aşamalar öğrencilerin de katılımı ile detaylı bir biçimde anlatılmıştır.
 - Maçka Akif Tuncel Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Bilişim Bölümü Ağ İşletmeciliği Dalı, Ağ Sistemleri ve Yönlendirme Dersi: Fiber Optik Tesisat Sonlandırma ve Ölçüm, Kablosuz Ağlar, Ağ Simülasyonu, Sanal Sunucular ve Yönlendirme Türleri, Siber Güvenlik ve Uygulamaları konuları işlenmiştir.
 - Mentörlük: Meslek Lisesi Koçları Programı kapsamında 30 öğrenciye 2 yıl boyunca grup koçluğu yapılarak Açılış Etkinliği, Ekip Çalışması, Özgeçmiş Hazırlama ve Mülakat Teknikleri, Problem çözme, İş etiği konularında görüşmeler gerçekleştirilmiştir.
- **Özel Enka Anadolu Teknik Lisesi** pek çok meslek okulu ile karşılaştırmalı olarak ele alındığında donanımlı laboratuvarları ile öne çıkmaktadır. Kurumda 20 derslik, 5 laboratuvar, CNC makineler, endüstriyel otomasyon ve kimya alanlarına ait toplam 15 atölye, Pnömatik-Hidrolik Laboratuvarı, Mekatronik Laboratuvarı, PLC ve Fabrika Otomasyon Teknolojileri Laboratuvarı oluşturulmuştur.
- **Yenimahalle Endüstri Meslek Lisesi – Samsung Firması İşbirliği**
Samsung’un 2012’den bu yana sürdürdüğü eğitim programı Samsung Akademi, İstanbul, Ankara ve İzmir’de sahip olduğu toplam 12 laboratuvar ile mesleki ve teknik liselerde okuyan öğrencilere uygulamalı bir eğitim ortamı sunmaktadır. Bunun Ankara ayağı, Yenimahalle Endüstri Meslek Lisesi’dir. Samsung işbirliği ile oluşturulan uygulama sınıfı. Samsung Akademi, tüketici elektroniği alanında sektöre nitelikli eleman sağlanmasına destek oluyor. Samsung Akademi öğrencilerinin oluşturduğu İstanbul Ticaret Odası Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi İTOBOT Robot Takımı, dünyanın en büyük robot yarışması FIRST Robotics’in (FRC) şampiyonasında yarışacak. Türkiye’den şampiyonaya katılan tek devlet lisesi takımı olan İTOBOT, şampiyonluk için mücadele verecek.
- Prof. Dr. Aziz Sancar’ın desteğiyle geçen yıl başlayan **‘Girls in STEM’ Kampları**, Türkiye’nin çeşitli illerinde farklı tarihlerde ücretsiz bir şekilde gerçekleşecek olup stem kamplarına, ilköğretim 6.sınıfta eğitim gören kız öğrenciler başvurabilir. Projenin ana hedefi Kız çocuklarının ilgisini erken yaşlardan itibaren STEM eğitimine çekebilmektir.
- **Maker Atölyeleri**; Teknolojiyi kullanarak kendin yap yaklaşımı ile doğan ve dünyada hızla yayılan bu akımda geliştirilen ürünler genellikle 3D yazıcılarla basılabiliyor. Bu amaçla kullanılan maker laboratuvarlarında ise servo motorlar, ledler, sensörler kullanılarak projeler geliştiriliyor. Türkiye’de de bu amaçla kurulan özel veya okul bünyesinde yapılanmalar bulunuyor. (Makerhane, Stemistlab, Da Vinci İnovasyon Merkezi, Maker Robotistan, Ankara Mucit Atölye, İzmir robomezika ve Bursa Bilim Okulu gibi)

- **Kodlama ve Robotik Yarışmaları, Kursları;** Üniversite ve/veya özel sektör firmaları tarafından başarıyla yürütülen uygulamalarda çocuklara (6-10 yaş genellikle) ve gençlere (10-16 yaş arası) programlama, kodlama, web tasarımı veya robotik alanlarında sponsor firmaların hazır setleri/araç kitleri kullanılarak tematik konu veya alanlarda problem çözme veya fikir geliştirmeye yönelik çevrimiçi veya hackathon türü uygulamalar yapılıyor. Özel okullar ise kendi yürüttükleri klup veya program bazlı çalışmalarını kendi okullarında bünyesinde gerçekleştiriyor. Bunun yanında veri analizi konusunda Üniversitelerde yüksek lisans düzeyinde dersler ve eğitimler verilmeye başlanmakta olup bazı uluslararası kuruluşlar da bu konuda paket online eğitimlerle pazarda yer bulmaya çalışmaktadır.
- **Türkiye’de STEM öğretimini** oyunlaştırarak sevdirecek yazılımları (algoritmaları) teşvik amacıyla Türkiye Bilişim Vakfı (TBV) Başkanı Faruk Eczacıbaşı’nın tasarladığı yenilikçi bir **yarışma**, geçen hafta açıklanmıştır. K12 Oyun Destekli Eğitim Ödül Programı (kısaca KOD Ödülleri) bu konuda başarılı projeleri ödüllendirecektir. Eczacıbaşı Topluluğu ana sponsor. Netmarble Türkiye, Yapı Kredi, Medinova destek sponsorları. Zaten Eczacıbaşı Topluluğu, 2003 PISA sonuçları ardından STEM eğitimi iyileştirme amacıyla Türkiye Eğitim Gönüllüleri Vakfı (TEGV) ve eğitim bilimcilerle 2004-07 arasında ortak bir proje yapmıştı. Amaç, analitik ve yaratıcı düşünmeyi özendirecek bir eğitim müfredatı planlamaktı. Öneriler MEB’e sunuldu. 13 yıl aradan sonra bu sefer TBV, yeni bir kapı açıyor.
- **TÜSİAD “Stem Kiti ve Eğitimi” projesi** ile liderlik potansiyeli taşıyan ortaokul 5. Ve 6. Sınıf 38 genç fen ve matematik öğretmenlerinin STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi içerisinde yenilikçi öğrenme ortamlarını tasarlamaları, uygulamaları ve öğrenme merkezli deneyimlerini meslektaşları ile paylaşma özgüveni kazanmalarını sağlayacak sürdürülebilir bir öğretmen eğitimi programı geliştirmeyi hedeflemiştir. 2017 yılı başından Haziran ayına kadar devameden 4 çalıştayın gerçekleştirildiği Proje, Bahçeşehir Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi BAUSTEM Merkezi işbirliği ile ve DWO, Intel, Zorlu Holding ve LAV sponsorluğunda gerçekleştirilmiştir.

TÜSİAD STEM Projesi kapsamında, içeriği Bahçeşehir Üniversitesi STEM Merkezi (BAUSTEM) akademisyenleri tarafından hazırlanan “STEM Kiti ve Öğretmen Eğitimi Pilot Projesi” uygulanmıştır. Ortaokul 5 ve 6. sınıf seviyesinde fen bilgisi ve matematik öğretmenlerinin katıldığı pilot projede, BAUSTEM tarafından STEM kiti ve uygulama rehberi hazırlanmıştır. Öğretmenler yüzyüze ve online eğitim olarak TÜSİAD STEM kiti ve uygulama rehberini kullanmış ve bilgi temelli hayat problemlerini çözmeye odaklı yenilikçi öğrenme ortamları, uygulamaları ve deneyimleri tasarlamıştır. İstanbul ve Hatay’da uygulanan pilot projeye katılan öğretmenler kendi ders uygulamalarını geliştirmiş, düzenlenen fuarda öğrencileriyle birlikte bu uygulamaları sunmuştur. Ayrıca Mayıs 2017’de düzenlenen TÜSİAD STEM Günleri ile firmalar ve üniversitelerin, ortaokul-lise öğrenci ve öğretmenleri ile STEM çalışma alanları/meslekleri konularında bir araya gelmesi hedeflenmiştir. Düzenlenen etkinlik serisiyle, katılımcı firma ve üniversitelerin Ar-Ge & inovasyon merkezlerine/laboratuvarlarına/fabrikalarına öğretmen-öğrenci ziyaretleri, firmaların STEM alanında çalışan uzmanlarının okullara konuk konuşmacı olmaları ve öğretmen ve öğrencilere

yönelik STEM farkındalık etkinlikleri düzenlenmiştir. Ayrıca TÜSİAD STEM Projesi kapsamında PwC işbirliğiyle 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi Raporu yayınlanmıştır. Bunun yanında, gençlerin STEM alanlarına ilgisini artırmak amacıyla dijital farkındalık kampanyası yürütülmektedir.)

- **TEPAV tarafından “Mesleki Eğitimde Probleme Dayalı Eğitim Modeli”** çalışması kapsamında işgücü piyasası için arz ve talep yönlü ihtiyaç analizleri yaparak beceri uyumsuzluğunu gidermeye yönelik eğitimler hedeflenmiştir. TEPAV ve JP Morgan tarafından 2017 yılında gerçekleştirilen ve 14 farklı sektörden 749 firma ve bu sektörlerde çalışma potansiyeli olan 1398 öğrenciden edinilen saha çalışmasının bulgularından hareketle makine teknolojilerini odağına yerleştiren 90 saatlik bir probleme dayalı eğitim programı tasarlanmıştır. İletişim Becerileri, Tasarımsal Düşünme Becerileri, Eleştirel Düşünme Becerileri ve Teknik Becerilerden oluşan pilot eğitimler 10 Ekim – 26 Kasım tarihleri arasında İkitelli OSB Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde 300 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve etki ölçümleri yapılmıştır.

AB’de Uygulanan Sosyal Sorumluluk Programları³⁷

Avrupa'da 7 milyondan fazla 15-24 yaş arasındaki genç istihdam, eğitim veya öğretim aşamasındadır. 4.4 milyondan fazla genç eğitim ve öğretimden erken ayrılmaktadır.

Gençler refah seviyesi yüksek ve kapsayıcı bir toplumun gelişimine tam olarak katılabilmek için haya kullanabileceği beceriler, bilgi ve yetkinlikleri öğrenme ve elde etme fırsatını kaçırmaktadır. Kürese rekabet edebilmek için, Avrupa ve iş dünyası, yeni zorluklara çabucak adapte olabilecek nitelikli l ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla çeşitli kampanyalar ve girişimler düzenlenmektedir:

- STEM Alliance Kampanyası, bilim, teknoloji, mühendislik, matematik eğitimini ve kariyer fırsatlarını genç Avrupalılara tanıtmak ve gelecekte Avrupa Birliği'nde beklenen beceri boşluklarını gidermek için sektörleri, Eğitim Bakanlıklarını ve eğitim paydaşlarını bir araya getirmektedir. STEM Alliance, STEM konusundaki eğitim ve iş dünyası arasındaki bağlantıları artırmak için Avrupa çapında okulların dahil edilmesiyle başarı kazanan inGenious girişiminden (2011-2014) destek almaktadır.

STEM Alliance, STEM'in tüm endüstriyel sektörlerdeki işlerini desteklemekte ve STEM vasıflı bir işgücünün kurulmasına katkıda bulunmaktadır. Platform STEM eğitiminin ve sunduğu kariyer potansiyelinin önemini daha iyi anlamak için mümkün olduğunca çok sayıda gence yardım etmeyi amaçlamaktadır. Bunu başarmak için önemli bir etkinlik olarak, öğrencilere ve öğretmenlerine, STEM konularını daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getiren faydalı kaynaklardan oluşan bir havuz sunmaktır.

- Gençlik Paketi (pact4youth), iş dünyasının ve Avrupa Birliği liderlerinin karşılıklı desteğiyle sürdürülmektedir. Avrupa Kurumsal Sosyal Sorumluluk Ağı (CSR Europe) tarafından başlatılmış olup, iş, eğitim ve gençlik temsilcilerini ve Avrupa kurumlarını bir araya getirmektedir. Gençlerin istihdam edilebilirliği ve katılımını desteklemek için ortaklıklar geliştirmek için tüm işletmeleri, sosyal ortakları, eğitim ve öğretim sağlayıcılarını, kamu

³⁷ Bu kısım ‘Türkiye Kurumsal Sosyal Sorumluluk Derneği’nin TTGV’ye sunduğu rapordan alınmıştır.

ve özel istihdam hizmetlerini ve diğer kilit aktörler beraber hareket etmeye davet etmektedir.

- Hedeflere ulaşabilmek için CSR Europe tarafından başlatılan ve sürdürülen ulusal eylem planları büyük önem arz etmektedir. Aday ülkeler ve EFTA ülkeleri bu girişime katılmaya davet edilmektedir. Hazırlanacak ulusal raporlar, paydaşları harekete geçirmek ve ilerleme hakkında rapor vermek üzere ilgili AB toplantıları ve etkinliklerinden en iyi şekilde paylaşılabilecektir. Gençlerin istihdam edilebilirliği, eğitimden istihdama geçiş, daha iyi beceri uyumu ve iş rekabetçiliği gibi bu çalışmadan üretilecek sonuçlar ve ortak öneriler, 2017 yılı Kasım ayında 1. Avrupa Kurumsal Eğitim Zirvesi'nde sunulacaktır. Paktın ulusal ortakları tarafından oluşturulan Ulusal Eylem Planları (UEP), paktı ulusal düzeyde uygulamak için kilit rol oynamaktadır. Ulusal ortaklar, AB seviyesindeki faaliyetleri her ulusun ihtiyaçlarını ve önceliklerini yansıtan zeminde farklı eylemlere bağlamaktadırlar. Bu şekilde partnerler paktın Avrupa'da gençlerin istihdam edilebilirliğini ve sosyal içermeyi iyileştirme hedefine ulaşmasına katkıda bulunmaktadır.
- Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu tarafından hazırlanan Yol Haritası Raporu bu anlamda büyük önem teşkil etmekte ve birçok bölümde amaçlanan Ulusal Eylem Planı'yla paralellikler taşımaktadır. Günümüzde yaşanan ve farklı ülkeler tarafından çeşitli isimlerle tanımlanan dijital değişimin gereksinimleri raporda ayrıntılarıyla ele alınmıştır. Özellikle Sanayi Devriminde Eğitim – Sanayi ilişkisi işgücünün Farklılaşması başlığında ortaya konulan çıktılar Pact4Youth amaçlarıyla örtüşmektedir:
 - Gençlerin istihdam edilebilirliği ve katılımı için iş dünyası eğitiminin sayısını ve kalitesini artırmak
 - Beceri boşluklarını azaltmak
 - Eşitlik ve istihdam edilebilirlik becerileri konusunda AB ve çevre politikalarına katkıda bulunmak.

MİSYON, VİZYON, STRATEJİK HEDEFLER ve KISA-ORTA-UZUN VADELİ EYLEM ADIMLARI

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu Değerlendirme ve Karar Çalıştayı, 20 Temmuz 2017 tarihinde, TTGV Kivılcım Merkezi, Ankara’da gerçekleştirilmiştir. Çalıştay’da Türkiye’nin 4. Sanayi Devrimi bağlamında eğitim ile ilgili Misyon ve Vizyon ifadeleri belirlenmiş. Önceden tanımlanan stratejik hedefler arasında katılımcıların seçimiyle önceliklendirme yapılmış. Dört gruplara ayrılmış katılımcılar tarafından, en yüksek puanı alarak seçilen stratejilerin eylem adımları oluşturulmuştur.

Mesleki, Teknik, Akademik Eğitimin Misyonu:

“4. Sanayi Devrimi’ne uygun dinamik, kendini yenileyen bir eğitim sisteminin tasarlanması, tanıtılması ve uygulanmasıdır.”

Mesleki, Teknik, Akademik Eğitimin Vizyonu

“2020-2030 Yılları arasında Türkiye’nin 4. Sanayi Devrimi’ni gerçekleştirecek olan ve sözkonusu dönüşümün gerektirdiği insan kaynağını yetiştirmiş ilk on beş ülke arasında olmasıdır.”

Önceliklendirilecek İfadeler

A-ÜniversiteÖncesi Eğitimin Stratejik Hedefleri

1. İlişkilendirmek, sorgulamak, gözlemlmek, paylaşmak(networking), araştırmak, denemek alışkanlıklarına ve becerilerine sahip çözüm üretebilen, yaratıcı bireylerin yetiştirilmesi; yenilikçi ve yaratıcı atölyelerin tanımlanması /tasarlanması bilginin uygulamalarla içselleştirilmesinin sağlanması (4 Puan)
2. Bilim, mühendislik, teknoloji, matematik ve sanatın bütünleşik olarak eğitim programlarında yer alması; uygulamaların bilimsel yöntemlerle ve çağdaş teknolojileri içeren eğitim araç ve düzenekleri ile desteklenmesi; sonucunda yenilikçi ve girişimci bireylerin yetiştirilmesi (6 puan)
3. Entellektüel ve bilişsel becerilerin geliştirilmesi, bilimsel temelli, çoklu disiplinli eğitimlerin verilmesi, uygun eğitim ortamlarının oluşturulması, eğitimcilerin bu eğitimleri verebilecek donanımlara sahip olması için en az lisans düzeyinde eşdeğer eğitimlerden geçmiş olması; eğitimin interaktif ve kişiye özel düzenlenmesi (8 puan)
4. Kodlama eğitimi verilmesi, algoritmik düşünme yeteneğinin kazandırılması, üç boyutlu baskı gibi deneysel araç ve düzeneklerin eğitimde kullanılması ile madde ve soyutun ilişkilendirilmesi, tasarım yetisinin bilgisayar kontrollü araçlarla, üretebime yetisinin robotlar kullanılarak öğretilmesi (6 puan)
5. Yaratıcı ve analitik düşünebilen, sorgulamasını, sebep-sonuç ilişkilerini değerlendirmesini, araştırma yapmasını, problem çözme, çözüm geliştirme yeteneklerini kazanmış, paylaşımcı çalışmalar yapabilen, makinalarla iletişim kurabilme becerisine sahip, teknoloji okuryazarlığı olan; farklı malumatlardan kodlama yoluyla anlamlı bilgiler üretme becerisi kazandırılmış, hesaplamalı düşünme yetisi kazandırılmış, planlama yapma, analiz etme, deneyerek bulma ve etkin öğrenme gibi zihinsel beceriler kazandırılmış bireyler yetiştirilmesi (10 puan)

5. 21.yüzyılın gerektirdiği öğrenme ve yenilenme, yaşam ve kariyer, bilgi, medya ve teknoloji becerilerine sahip üretken bireylerin yetiştirilmesi ³⁸

B- Üniversite Eğitiminin Stratejik Hedefleri

1- CPS'leri geliştirecek ve uygulamalarında bütünlüğü sağlayacak yeni mühendislik eğitiminin gerçekleştirilmesi (2 puan)

2. Üniversitelerde proje tabanlı öğrenmenin sağlanması; 'Bilim ve Mühendislik, Yaşam Bilimleri ve Tıp, İş Hayatı ve Endüstriyel İdare, Yaratıcı Teknolojiler ve Geleceğin Mühendisliği gibi birbirine uyumlandırılmış ve bütünleştirilmiş fakültelere dönüştürülmesinin; tüm üniversitelerde teknik - teknik olmayan gibi sunni ayrımların ortadan kaldırılması ile teknik tabanlı eğitimlerin verilmesinin; üniversitelerde 'Teknoloji Geliştirme ve Yaratıcılık Merkezleri' kurularak sorun çözme yetisinin kazandırılmasının yaygınlaştırılarak sağlanması (5 puan)

3. Öğrencilere yönelik girişimlere destek verilmesi, disiplinler arası öğrenci timlerinin yaratıcılığa ve yeni ürün geliştirmeye yönelik çalışmaların teşvik edilmesi (4 puan)

4. Tüm müfredatın yenilenerek ikili eğitime ve çapraz yetkinliğe göre yeni teknolojileri içerecek biçimde düzenlenmesi. Yaratıcı düşünce ve yeniliğe açıklık, sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme, tasarım ve sonuç odaklı düşünme, iletişim ve işbirliğine yatkınlık, bilgi, medya, dijital okuryazarlık, esneklik, uyum, girişimcilik, özmotivasyon, disiplinlerarası düşünme, hesaplamalı düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesi (18 puan)

Doktora Eğitimi

1. Ar-Ge'ye dayalı yenileşimin en önemli kaynağı olarak doktora eğitiminin daha çok kişi tarafından yapılmasının teşvik edilmesi ve eğitimin düzeyinin uluslararası itibar görececek biçimde yükseltilmesi (1puan)

C-Mesleki ve Teknik Eğitimin Stratejik Hedefleri (12+14 Yıl için):

1. Yüksek teknoloji ile çalışanlarda, en az öndört yıllık meslek yüksekokulu eğitiminin verilmesi, bu alanda çalışacakların bilişsel ve psikomotor yeterliklere sahip olmalarının sağlanması (1 puan)

2. Gelecek beş yıl içerisinde gençlerin veya yetişkinlerin mesleki ve teknik beceri kazanma gereksinimlerini karşılamada çevresi ile etkileşimli yetki, yeterlik ve sorumluluk sahibi kurum veya ortamların oluşturulması; eğitimleri verecek eğitmenlerin yetiştirilmesi; oluşturacak kurum ve ortamlarda yeni teknolojik devrimin gereksindiği yetkinlikleri kazanmış üretimde çalışacak nitelikli işgücünün yetiştirilmesi (7 puan)

³⁸ Üniversite Öncesi Eğitimin Stratejik Hedefleri'nin en yüksek puanı alan 5. ifadesi çalışma grubu tarafından değiştirilerek yeni tanımlanan stratejik hedef ifadesi için yol eylem adımları oluşturulmuştur.

3. Çevredeki paydaşlarla işbirliği içinde gereksinimi belirleyen, programı geliştiren, kaynakları temin eden, öğretimi yürüten, mezunları izleyip durumu değerlendiren ve gerekli düzeltmeleri yapan kurum ve ortamların (okulların) oluşturulması; söz konusu ortamlarda kuram ve uygulamayı bütünleştiren dual/ikili, esnek zamanlı, bireyselleştirilmiş eğitimin sürdürülmesi; işe giriş yetkinliğine ve teknoloji okur-yazarlığı yeterliliklerine sahip işgücünün yetiştirilmesi (8 puan)

4. Üretim süreci hakkında bilgi sahibi olan, bunun sayısallaşma ile nasıl değiştiğini bilen yanı sıra sayısal medya ile çalışabilen, sanal modelleme alanında yazılım becerileri olan, veri yönetimini kavramış, yeni süreçleri ve bilgi sistemlerini yönetebilen, süreçler arası alanlarda eğitimi sağlanmış uzman nitelikli işgücünün yetiştirilmesi (6 puan)

5. Üretimde çapraz yetkinliğe, veri kullanımı ve üretim bilgisine sahip işgücü yetiştirilmesi (5 puan)

D-Yaşam Boyu Öğrenimin Stratejik Hedefleri

1. Mevcut işgücünün üretim teknolojilerinde edindikleri ‘nasıl bilgisine’ ilave olarak programlama ve modelleme yapma yetisine kavuşturulmaları, bilişim teknolojileri ve veri yapıları hakkında bilgi sahibi olmaları, çevrim içi ve çevrim dışı öğeleri bağlayabilme yetisi kazandırılmaları, nedensellik ve ilintiselliğin algoritmalar ile kavramalarının sağlanması, verilerin korunması ve gizliliği konularında eğitilmeleri (11 puan)

2. Çalışanların malumat sahibi uzman nitelikli işgücüne dönüşümlerini sağlayacak eğitimlerin işyeri içerisinde ve dışında verilmesi; yeni malzeme, yeni makina bilgilerini edinmeleri; karmaşık problem çözme, özyönetim yetilerinin uygulamalı benzeşim ortamlarında geliştirilmesi (1 puan)

3. Çalışanların dinamik deneyimsel bilgiye dayalı vasıflarının çapraz yetkinlik becerileri ile güçlendirilmesi için esnek çalışma ortamları yaratılarak farklı disiplinlerde eğitim alma olanaklarının yaratılması (6 puan)

4. Çalışanlarının yeni sanayi devrimi teknolojilerini içeren pilot proje üretimlerinin, işyeri yakınında (özellikle KOBİ’ler için) oluşturulan uygulamalı öğrenme ortamlarında yetiştirilmelerinin entellektüel destekler ile gerçekleştirilmesi (3 puan)

5. Uygulamalı öğrenmenin, girişimciliğin ve yeni iş modellerinin desteklenerek bilgi üretimine ve sanayi açısından geçerliliği olan yaratıcılığa dayalı bir öğrenme eko-sistemin yaratılmasının sağlanması (12 puan)

A- ÜniversiteÖncesi Eğitimin Eylem Adımları

Stratejik Hedef: 21.yüzyılın gerektirdiği öğrenme ve yenilenme, yaşam ve kariyer, bilgi, medya ve teknoloji becerilerine sahip üretken bireylerin yetiştirilmesi

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Uygun öğrenme ortamının kurulması (Ters-yüz sınıf modeli ve harmanlanmış öğrenme metodları kullanılarak)	MEB, Üniversite, STK	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
TGB ve Sanayi Bölgelerinin içerisinde mesleki eğitim liselerinin kurulması	MEB, BSTB	Açılan okul sayısı / TGB veya Sanayi Bölgeleri	5-10 yıl
Okulların akıllı okullara dönüştürülmesi	MEB, STK	Dönüştürülen okul / Mevcut okul	5-10 yıl
STEAM eğitimlerinin müfredata entegrasyonu ve STEAM öğretmen eğitimlerinin K-12 düzeyinde verilmesi	MEB, BSTB, Üniversiteler, STK	Güncellenen ders sayısı /Toplam ders sayısı Eğitim gören öğretmen sayısı/Öğretmen sayısı	0-3 yıl
BT öğretmenleri tarafından Kodlama derslerinin K-12 düzeyinde zorunlu hale getirilmesi	MEB, Üniversiteler	Müfredatın değiştirilmesi	0-3 yıl
K-12 Düzeyinde girişimcilik becerilerini geliştirmeye dönük şekilde ve Üniversite, kuluçka merkezleri ile liseler arasındaki etkileşim geliştirilerek etkinlikler ve kodlama yarışmalarının düzenlenmesi,	MEB, BSTB, STK, Üniversiteler	Düzenlenen etkinlik (gezi, proje, vb) sayısı Düzenlenen yarışma sayısı	0-3 yıl
Dijital okuryazarlığı sağlamak amacıyla düşünme becerileri ve bilgisayar bilimi eğitimlerinin okul öncesinden başlayarak verilmesi	MEB-Üniversiteler-YÖK-STK'lar-Özel Sektör	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl

B- Üniversite Eğitimi Eylem Adımları

Stratejik Hedef: Tüm müfredatın yenilenerek ikili eğitime ve çapraz yetkinliğe göre yeni teknolojileri içerecek biçimde düzenlenmesi. Yaratıcı düşünce ve yeniliğe açıklık, sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme, tasarım ve sonuç odaklı düşünme, iletişim ve işbirliğine yatkınlık, bilgi, medya, dijital okuryazarlık, esneklik, uyum, girişimcilik, öz motivasyon, disiplinlerarası düşünme, hesaplamalı düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesi

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Tüm müfredatın ikili eğitime ve çapraz yetkinliklere uygun P21 becerilerine haiz olarak yeniden tesis edilmesi	YÖK, BTSB, Üniversiteler, STK	P21 uyum oranı Pilot uygulama sayısı	3-5 yıl 0-3 yıl
Bu yeni müfredatın ulusal/uluslar arası (ABED/MÜDEK) akreditasyon sistemine dahil edilmesi	YÖK, Üniversiteler	5 yıl içerisinde üniversitelerin % 20 sinde akreditasyon kriterlerinin %100 uygulamaya alınması	3-5 yıl
Üniversite/Sanayi İşbirliği projeleri bazlı eğitim modüllerinin/programlarının oluşturulması. Uygulamalı eğitim programlarının (uzun süreli stajlar) hayata geçirilmesi.	YÖK, Üniversite, Sanayi	Proje yapan akademisyen sayısı Proje yapan öğrenci sayısı Proje sayısı	0-3 yıl
Akademik/İdari Personel Yönetmelikleri (Atama/yükseltme kriterleri) Ar-Ge Proje bütçe harcamasıyla ilgili mali esaslar yönetmeliğinin revize edilmesi (Örneğin : Direkt alım limitlerinin yükseltilmesi, KİK dışına çıkarılması)	BSTB, YÖK	Değişen mevzuat	0-3 yıl
Sanayi-Üniversite Ar-Ge ekosisteminin geliştirilmesi amacıyla üniversitede kurulu altyapıların etkinleştirilmesi	Üniversite, Sanayi	Ortak kullanıma açılan altyapı sayısı	0-3 yıl

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Dijital okuryazarlığı sağlamak amacıyla düşünme becerileri ve bilgisayar bilimi eğitimlerinin okul öncesinden başlayarak verilmesi	MEB-Üniversiteler-YÖK-STK'lar-Özel Sektör	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
Üniversite programlarının sanayinin katılımı ile geliştirilerek online dersler hazırlanması ve sanayiye geçiş öncesinde stajların güçlendirilmesi	Üniversiteler-YÖK-MEB-Özel Sektör	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
Üniversitelerin enformatik alanındaki yetkinliklerinin belirlenerek "yayın konuları, ders içerikleri, çalışma laboratuvarları ve üniversite öğretim üyeleri" matrisi oluşturulması ve sanayinin söz konusu yetkinliklere erişiminin sağlanması	Üniversiteler-BTSB-STK'lar-Özel Sektör	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
Uluslararası ölçekte işbirliklerinin kurularak farklı deneyimlerin aktarılması ve iyi uygulamaların yaygınlaştırılması	Üniversiteler- Özel Sektör-Kamu	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
Üniversite öğrencileriyle, profesyonel çalışma hayatındaki yöneticilerin online veya yüz yüze bir araya getirerek etkileşim sağlayacağı kanalların oluşturulması	Üniversiteler- Özel Sektör-Kamu	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl
Maker Lab yapılanmaların üniversitelerin mühendislik bölümlerinde kurulması	Üniversiteler- Özel Sektör-Kamu	Hayata geçirilen uygulama sayısı	0-3 yıl

C- Mesleki ve Teknik Eğitim Eylem Adımları

Stratejik Hedefleri: Çevredeki paydaşlarla işbirliği içinde gereksinimi belirleyen, programı geliştiren, kaynakları temin eden, öğretimi yürüten, mezunları izleyip durumu değerlendiren ve gerekli düzeltmeleri yapan kurum ve ortamların (okulların) oluşturulması; söz konusu ortamlarda kuram ve uygulamayı bütünleştiren dual/ikili, esnek zamanlı, bireyselleştirilmiş eğitimin sürdürülmesi; işe giriş yetkinliğine ve teknoloji okur-yazarlığı yeterliliklerine sahip işgücünün yetiştirilmesi

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Meslek liseleri (ML) ve Meslek Yüksek Okullarının (MYO) işletmeler ve sektörler ile işbirliklerinin kurulması Okul-İşletme İşbirliği Modeli uygulanması (bkz. Sanayi Stratejisi eylem no 60)	BTSB, İŞKUR, Özel Sektör, ML, MYO, STK	Yapılan işbirliği sayısı	5-10 yıl
Meslek liseleri (ML) ve Meslek Yüksek Okullarının (MYO) işletmelerin Arge ve Tasarım Merkezleri ile 4.Sanayi devrimi özelinde işbirliklerinin kurulması	BTSB, İŞKUR, Özel Sektör Arge Merkezleri , ML, MYO	Yapılan işbirliği sayısı, Stajer sayısı	0-3 yıl
4.Sanayi devrimi özelinde Meslek liseleri (ML) ve Meslek Yüksek Okullarının (MYO) işletmelerin Arge ve Tasarım Merkezleri ile projelerinin finansal olarak destekleneceği programlar oluşturması	BTSB,MEB,Tübitak , Özel Sektör Arge Merkezleri, ML, MYO	Yapılan Proje sayısı	3-5 yıl
Yeni sanayi devriminin gerektirdiği yetkinlikler ve sektörün ihtiyaçları çerçevesinde eğitim müfredatının belirlenmesi (geliştirilmesi)	MEB, Sektör temsilcileri, STK, İşletmeler	Hazırlanan eğitim programı sayısı	0-3 yıl

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Belirlenen müfredat ve programları uygulayacak eğitimcilerin yetiştirilmesi ve teknolojik altyapı ihtiyacının sağlanması	MEB, Üniversiteler, STK, İşletmeler	Yetiştirilen eğitici sayısı, Uygun laboratuvar sayısı	0-3 yıl 3-5 yıl
Birlikte çalışmaya olanak sağlayan inovatif öğrenme ortamlarının oluşturulması	Üniversiteler, OSB'ler, Meslek kuruluşları	Oluşturulan ve faaliyete geçen ortam sayısı	0-3 yıl
Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri okul yöneticilerine yönelik yeni sanayi devrimi farkındalık eğitimlerin verilmesi	Okullar, Üniversiteler, STK'lar	Verilen farkındalık eğitimi sayısı Eğitim alan yönetici sayısı ve yüzdesindeki artış	0-3 yıl
Mezun izleme ve durum değerlendirme sisteminin geliştirilmesi	MEB, ML, MYO, İşletmeler	Sistemin geliştirilerek uygulanması	0-3 yıl
Meslek liseleri (ML) ve Meslek Yüksek Okulları (MYO) öğrencilerine yönelik kodlama ileri düzey eğitimleri Robotik, 3D modelleme, tasarım odaklı düşünme gibi eğitimlerinin verilmesi atölye çalışmalarının gönüllü işletme çalışanları aracılığıyla öğrencilere aktarılması ve işletme çalışanları için bir eğitici eğitimi düzenlenmesi	ML, MYO, Üniversiteler, İşletmeler, STK'lar ve ilgili kamu kuruluşları	Kodlama eğitimi verilen öğrenci sayısı	0-3 yıl
Kültürlerarası ilişki ve işbirliği yeteneğinin geliştirilmesine yönelik eğitim vb programlar uygulanması	Meslek kuruluşları, Türkiye'deki yabancı misyonlar/temsilciler	İşbirliği sayısı Personel değişim sayısı	0-3 yıl

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
İkili/dual eğitim sisteminin etkin ve yaygın olarak uygulanması	MEB, ML, MYO, İşletmeler, OSB'ler	Etkin olarak yürütülen ikili eğitim sistemli okul sayısı	0-3 yıl
Bireyselleştirilmiş ve esnek zamanlı eğitim modelleri geliştirilerek uygulanması	MEB, okullar, işletmeler	Geliştirilen model uygulama sayısı	3-5 yıl
Gelişen teknolojilerin uygulama kısmını öğretmenler nezdinde içselleştirmek ve öğrencilere aktarılmasını sağlamak amacıyla Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri alan öğretmenlerine yönelik Sanayi 4.0 uygulama eğitimleri	Özel Sektör, STK'lar ve ilgili kamu kuruluşları	Okul bazlı, alan öğretmenlerine yönelik uygulama eğitimleri	0-10 yıl
Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine yönelik robotik yarışması düzenlenmesi	Özel Sektör, STK'lar, TÜBİTAK	Düzenlenen yarışma sayısı ve katılan öğrenci ve eğitimci sayısı	5-10 yıl
Mevcut MYO'lardaki bilgisayar teknoloji derslerinin uygulamalı hale getirilmesi, MYO lar ile bulundukları bölgedeki sanayi kuruluşlarının uygulamalı eğitim konusunda işbirlikleri teşvik edilmesi	MEB-YÖK işbirliği	Sistemin geliştirilerek uygulanması	0-3 yıl

D- Yaşam Boyu Öğrenim Eylem Adımları

Stratejik Hedef1: Uygulamalı öğrenmenin, girişimciliğin ve yeni iş modellerinin desteklenerek bilgi üretimine ve sanayi açısından geçerliliği olan yaratıcılığa dayalı bir öğrenme eko-sistemin yaratılmasının sağlanması

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Sektör odaklı uygulamalı eğitim laboratuvarlarının açılması	OSB, TGB, TOBB, Sanayi Siteleri, STK	Açılan Uygulamalı Eğitim Lab sayısı Akredite / sertifikalı mezun sayısı Açılan / kapsanan sektör sayısı	0-3 yıl
Büyük firmalar ile KOBİ'lerin eşleştirilerek bilgi paylaşımı yapması, uygulamalı eğitim tecrübelerinin paylaşılması	KOBİ'ler, Büyük Ölçekli Firmalar (+250)	Eşleşen firma sayısı Gerçekleşen proje/eğitim sayısı	0-3 yıl
Dijital okur-yazarlık sertifikasyon programının başlatılması	STK (TBD), Yerel Yönetimler, Üniversiteler, MYO	Dijital sertifikasyon sayısı Sertifikasyon sonucu işe giren sayısı	0-3 yıl
Girişimcilik fırsatları açabilecek yeni teknoloji eğitim ve gelişim programları açılması	Sanayi STK (TÜSİAD, TÜBİSAD)	Programı tamamlayan teknolojik/katma değerli girişimci sayısı	0-3 yıl

D- Yaşam Boyu Öğrenim Eylem Adımları

Stratejik Hedef2: Mevcut işgücünün üretim teknolojilerinde edindikleri ‘nasıl bilgisine’ ilave olarak programlama ve modelleme yapma yetisine kavuşturulmaları, bilişim teknolojileri ve veri yapıları hakkında bilgi sahibi olmaları, çevrim içi ve çevrim dışı öğeleri bağlayabilme yetisi kazandırılmaları, nedensellik ve ilintiselliğin algoritmalar ile kavramalarının sağlanması, verilerin korunması ve gizliliği konularında eğitilmeleri

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
KOBİ’lerin sertifikalı dijital okur-yazarlık eğitimi işgücünü artırması	KOSGEB, TBD, Üniversite, MYO	İstihdam edilen sertifikalı işgücü oranı yüzdesi	0-3 yıl
İşkur tarafından Dijitalleşme eğitim ve sertifika zorunluluğu getirilmesi	İşkur, Sanayi	Sertifikalı işe giren sayısı	0-3 yıl
Şirketlerde eğitimlerle dijital sertifikasyon sağlanması	Sanayi, özel sektör	Sertifika sayısı / Mevcut iş gücü oranı	0-3 yıl
Gezici farkındalık yaratma platformlarının, mentörlerle kurulup dijital dönüşüm deneyimi yaşatılması (Verimlilik Reçeteleri)	TOBB, Sanayi, TBD, BSTB BTGM, Verimlilik GM	Dijital dönüşüm katılım / KOBİ sayısı (Eğitim / deneyim almış)	0-3 yıl
Dijital dönüşümü anlayacak nesiller yetiştirilmesi ve işgücünün dijital dönüşüme uyumunun sağlanması için Düşünme becerileri ve bilgisayar bilimi eğitimlerinin verilmesi	MEB-Üniversiteler-YÖK-STK'lar- Özel sektör	Uygulama sayısı	0-3 yıl

EYLEM / TEDBİR	İLGİLİ PAYDAŞLAR	BAŞARI GÖSTERGESİ	VADESİ Kısa : 0-3 yıl Orta : 3-5 yıl Uzun : 5-10 yıl
Büyük firmaların yatay ve dikey olarak sektördeki paydaşları ile dijital dönüşüm deneyimini paylaşması amacıyla Özel sektörde iyi örneklerin paylaşılması	Büyük ölçekli firmalar-KOBİ'ler	Uygulama sayısı	0-3 yıl
Yaşam boyu eğitim merkezleri aracılığıyla uzaktan eğitim ve yüz yüze teknik eğitimlerin yanısıra ileri mesleki eğitim ve kurum içi eğitim programları uygulanması ve bunun sürdürülebilir hale getirilmesi	Üniversiteler- Sanayi Akademileri- STK-Mesleki Yeterlilikler Kurumu-Yaşam boyu eğitim merkezleri	Uygulama sayısı	3-5 yıl
Farklı disiplinlerden insanların bir arada olduğu çalışma ortamlarının yaygınlaştırılması	Özel sektör ve ilgili STK'lar, Kalkınma Ajansları	Uygulama sayısı	3-5 yıl

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma Grubu amacını, “Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik eğitim gereksinimlerinin belirlenmesi ve uygulanması için stratejik yol haritasının hazırlanması” olarak belirlemiştir. Misyon olarak “4. Sanayi Devrimine uygun dinamik, kendini yenileyen bir eğitim sisteminin tasarlanması, tanıtılması ve uygulanması.” Vizyon olarak da “2020-2030 Yılları arasında Türkiye’nin 4. Sanayi Devrimi’ni gerçekleştirecek olan ve sözkonusu dönüşümün gerektirdiği insan kaynağını yetiştirmiş ilk on beş ülke arasında olması.” önerilmiştir.

Çalışma Grubu çalışmalarına çalıştay ve anket yoluyla 97 katılımcı katkı sağlamıştır. Bu çalışmalar sonucunda 4 başlık altında (Üniversite öncesi eğitim, üniversite eğitimi, mesleki eğitim ve yaşam boyu eğitim) toplam 45 eylem önerisi sunulmuştur. Çalışmada 4. Sanayi Devrimi ile gündeme gelen teknolojik gelişmelerin etkisi ile birlikte, eğitim konusunda dünyada ve Türkiye’deki mevcut durum ve uygulama önerileri, çalışma grubu üyelerinden gelen katkılar ve 41 farklı ulusal ve uluslararası kaynak taranarak hazırlanmıştır. Eylem önerilerinin;

- Nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve açığının kapatılması için yapılması gerekenler (mesleki eğitim),
- Eğitim/öğretim sisteminde öğretim müfredatları ve programlarında yapılması gerekenler ve
- Yaşam boyu öğrenme için gerekenler alt başlıklarında toplandığı görülmektedir.

Türkiye’de sanayi firmalarının dünya üretim değer zincirindeki konumları ağırlıklı olarak imalat halkasıdır. İmalat teknolojilerindeki değişimler, Türkiye imalat sektörünü doğrudan ilgilendirmekte, eğer süreci sağlıklı yakalayamaz ise negatif etkileneceği açıklıkla görülmektedir. Söz konusu yeni teknolojilere dayalı imalat biçiminde nitelikli insan faktörü hem çok daha fazla öne çıkmakta, hem de yeniden biçimlenmektedir. 4.Sanayi Devrimi’nin gereksindiği vasıflı iş gücünün nitelikleri, bu nitelikleri kazanmak için alınması gereken eğitimlerin programları ve eğitim ortamları üzerinde çalışmak zorunlu hale gelmiştir.

4. Sanayi Devrimi’nden, Türkiye’de öncelikle etkilenecek sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler, geçiş sürecinde Ar-Ge çalışmalarına ve sistemli bir üretim sürecine, Akıllı ve Dijital Öğrenme Fabrikalarına ihtiyaç duyacaklardır. Bu ihtiyacın sonucu olarak; ilgili sektörlerde uzmanlaşabilen, sektörün ihtiyacına yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalara hakim ve bu konuda yeni fikirler geliştirebilecek; ‘Yazılım, Donanım, Tasarım, Veri Analizi, Siber-Fiziksel Sistemler konusunda analiz ve kurulum yapabilme, sistem modellemesi yapabilme, robot kullanabilme, bilgisayarla bütünleşik imalat sistemi kurma ve kullanabilme gibi donanımlarda personellere ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir. Açıkça görüldüğü üzere vasıflı işgücünün yaptığı işler gelecekte bugün fabrikalarda gözlemlenenden çok daha farklı olacaktır. Bu nedenle, vasıflı işgücünün ihtiyaç duyduğu nitelik ve beceriler de geleceğin fabrikalarının işleyişi bakımından farklılık arz edecektir. Doğaldır ki, bu çalışmanın Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerdeki uygulamaları ilave farklı yerelleştirme çabaları da gerekli kılmaktadır.

4.Sanayi Devrimi ile ilgili olarak sanayimizin istediği çok disiplinli, bilişim, girişimcilik, yaratıcılık, proje yönetimi becerilerine sahip söz konusu nitelikli işgücünün yetiştirebilmesi için tüm eğitim seviyelerimizde, eğitim programlarının ve eğitim ortamlarının örnek uygulamalarla yaygınlaştırılarak geleceğe dönük ihtiyaçları karşılayacak şekilde düzenlenmesi tavsiye edilmektedir. Bu kapsamda;

- **Anaokullarında ve K-12 seviyesindeki öğrencilere yazılım kodlama yeteneğinin kazandırılması, yazılım ve tasarım eğitimi verilmesinin genel müfredata sokulması,** erken eğitimin temeli olarak zorunlu **okul derslerinin hedeflere uyumlaştırılması** tavsiye edilmektedir. Öğrencilerin eğitim sisteminin erken safhalarında imalat sektörüne aşinalık kazanması, iş hayatları ve kariyerleri bakımından okulda bu bilgi teknolojileri temelli dersler hakkında farkındalık kazanması sağlanmalıdır. Öğretmen ve eğitimcilere de bu konularda rehberlik edebilecek düzeyde eğitim uygulanması hususlarının önemle değerlendirilmesi gerekmektedir. Bahsedilen eğitim düzenlemeleri tasarlanırken, aşağıda belirtilen grup kategorilerine özel detaylar da çalışılmalıdır:
 - Normal dağılım içinde yer alan öğrenciler,
 - Meslek -teknik eğitim lisesi öğrencileri,
 - Üstün yetenekli öğrenciler,
 - Dezavantajlı gruplar (Engelli öğrenciler, kenarkent/mahrumiyet bölgeleri öğrencileri)
- **Eğitmenlerin eğitimi** konusunda lisansüstü dereceler yapmaları teşvik edilmelidir. Öğretmenlerin formal ve yapılandırılmış ders işleme yöntemleri, değişen eğitim yaklaşımlarına bağlı olarak güncellenmelidir. Katı yapılandırılmış, öğretmen merkezli ve yönetimli ders yaklaşımları, yerini kademeli olarak yeni sınıf modeli ve interaktif, rehber rollü ders işleme yöntemlerine bırakmalıdır. Öğretmenlerin, eğitim uzmanlıklarının ve kodlama / teknoloji bilgilerinin, eğitim verdikleri seviyelere uygun olarak periyodik olarak artırılması gerekecektir.
- **Okul stajları** yaygınlaştırılmalı, **eğitimin interaktif olarak uygulamalarla desteklenmesi**, yaratıcı ve yenilikçi atölyeler ve eğitimlerde bizzat öğrenciler tarafından teknoloji destekli eğitim araç ve düzeneklerin kullanılması sağlanmalıdır. Böylece öğrencilerin yenilikçi düşünme becerilerini oluşturması, söz konusu becerileri kullanarak farklı disiplinlerin nasıl bir arada çalıştıklarını uygulamalarla içselleştirmeleri ve gündelik hayattaki sorunların bilimsel yöntemlerle nasıl çözümleneceğinin farkına varmaları da sağlanacaktır.
- **Proje bazlı öğrenim yaklaşımı** da öğrencilerin öğrendikleri basitleştirilmiş mühendislik tasarım süreç ve metodolojilerini, günlük yaşamlarında kendi tasarımları için kullanmaya başlamalarını ve çeşitli süreçler ve problem çözümlerinde de kolaylıkla uygulayabilmelerini sağlayacaktır.
- Öğrencilerin yeni teknolojilerden haberdar olması ve bilgisayar bilimlerine aşinalık kazanması için **aylık kısa programlar** geliştirilebilir. Bu programlar imalat tesislerine ya da bilim merkezlerine düzenlenen gezilerle desteklenebilir. Okul gezileri ile okul günleri dışında düzenlenen geziler yaz okulu programlarıyla birleştirilebilir. Bu gezilere katılan öğrenciler istihdam bakımından imalat sektörünün kendilerine neler sunabileceğini görme fırsatı bulur.
- **Ortaöğretim programları** düzenlenirken uzman olarak üniversitelerden eğitim akademisyenleri ile bilim ve teknoloji alanlarından akademisyenlerin, ortaöğretim eğitim ve pedagoji uzmanlarının, kamu ve özel sektörlerinin belli başlı kurum/kuruluşlarının uzman Temel Bilimci ve mühendislerinin (bilgisayar, elektronik vb.) bu programa doğrudan katkıları özellikle önem taşımaktadır. Eğitimin her aşamasına yönelik çalışmalarda ilgili söz konusu meslek grupları ve kümelerden görüş alınmalıdır.
- **Meslek ve Teknik Eğitim liseleri** öğrencilerinin özellikle akıllı ve insanla çalışabilen otonom robotlar, çok katmanlı üretim, siber fiziksel sistemler, sensörler, vb. üretime dönük konular üzerinde çalışma alanları artacaktır. Meslek okullarında tamamen sosyal alanlar dışındaki tüm teknik alanlarda, gelişen dijital teknoloji konularının işlenmesi gerekecektir. Sanayi ve üniversiteler, liselerin teorik ve uygulamalı eğitim müfredatları, içerikleri, uygulamalarının

belirlenmesi sürecine işbirliği içinde aktif katılmalı ve sektörlerinin ihtiyaçlarını eğitim öğelerine direkt yansıtmalıdır. Bu liselerde eğitim, temel lise müfredatı ve teorik meslek alanı eğitimi üzerine ağırlıklı staj ve uygulamalı eğitimden oluşmalıdır. Uygulamalı eğitiminin önemli kısmı, sanayide gerçek ortamda, bilfiil çalışarak, eğitim yılının en az bir çeyreği süresince gerçekleştirilmelidir. Endüstri firmalarından destek istenmeli, okul laboratuvarlarına faydalı örnek sistemleri bağışlamaları istenmelidir. Algoritmik düşünme ve kodlamaya ek olarak, bilimsel ve veriye dayalı düşünme, tasarım, deney tasarımı, veri değerlendirme, istatistik ve olasılık, ikinci seviye eğitimde işlenmesi gereken konulardır. Bu konuların işlenmesinde robotlar, üç boyutlu yazıcılar, basit donanım ve yazılım prototipleme sistemleri içeren ve öğrencilerin proje geliştirebileceği **yapım atölyeleri (Maker Lab)** yoluyla, öğrencilerin tasarım ve yapım becerileri edinmesi sağlanmalıdır. Bireyler gelişen yeni teknolojilerle tanıştırılmalıdır.

- **Üniversite-sanayi işbirliği** gelecekte daha da önem kazanacağından gerekli vasıf ve becerilerin geliştirilmesinde **ortak çabaların desteklenmesi** gerekecektir. Şirketler sadece belirli sayıda öğrenciye staj imkanı sağlamakla yetinmeyip bu tavsiye başlığı kapsamında özellikle araştırma projelerine daha fazla katılım göstermelidir.
- Üniversite eğitimi genel olarak geniş çaplı öğrenim gereksinimleriyle dört yıllık bir eğitimi kapsar. Bununla beraber, ne dört yıllık üniversite diplomaları, ne de ortaöğrenim diplomaları geleceğin fabrikalarında işçi olarak çalışacak bireyler için uygun olmayacaktır. Gelecekteki fabrika işgücünün ihtiyaç duyacakları becerilerden yola çıkıldığında çalışanlar için **iki yıllık teknik önlisans programları** tavsiye edilmektedir.
- **Üniversitelerin** Makina Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Elektrik–Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği ve Endüstri Mühendisliği bölümleri öncelikli olmak üzere 4.Sanayi devrimi ihtiyaçlarına yönelik olarak **interdisipliner örnek ders programları** hazırlanması önemli olacaktır.
- **Üniversitelerde endüstriyel danışma kurulları** kurulması, proje–tabanlı öğrenmenin özendirilmesi ve mühendislik programlarının **ders listelerinin ve içeriklerinin endüstri ile birlikte hazırlanması** , endüstride yapılacak **mühendislik stajlarının 6 aylık sürelerle çıkarılması, endüstriden deneyimli mühendislerin üniversitede ders vermesinin** sağlanması hem endüstri kaynaklarının etkin kullanılması ve hem de yeni mezun mühendislere mezuniyet anında iş deneyimi sahibi olma olanağı sağlaması açısından önemli görülmektedir.
- Üniversitelerin bünyesinde farklı uzmanlıkları içeren **‘Endüstri Dönüşüm Platformları’** kurulmalıdır. Üniversite bünyesinde yer alan bu platformlar atölye çalışmalarında bir araya gelerek nasıl-bilgisini (know-how) paylaşmalıdır.
- **Kitlesel Çevrimiçi Açık Dersler** bu aşamada etkili bir araç olarak değerlendirilmez. **Kesintisiz Meslek İçi Eğitim** aşamasında belirli konulara inilebilir ve kurum içi süreçler ile birimler arası arayüzler hakkında bilgi verilebilir. Dolayısıyla bu tedbir kurum ve süreçlerine ilişkin bir anlayış geliştirilmesiyle uzmanlık bilgisinin edinilmesi için çok uygundur.
- **Öğrenme fabrikaları**, mesleki eğitimde edinilen bilgiyi hemen fiili üretim görevlerine uygulamak, personele bütüncül bir şekilde düşünme ve hareket etme kabiliyetini kazandırır. Personel yalnızca, belirli bir görevi nasıl yapacağını ve sürecin bir parçasının bir sonrakini nasıl etkileyeceğini öğrenmekle kalmayıp aynı zamanda diğer alanlara da aktarılabilir şekilde, bir bütün olarak sürece ilişkin derinlemesine bir anlayış kazanır. Öğrenme fabrikası hakkında özel olan başka bir husus ise sistemin büyük oranda çıraklar (personel) tarafından işletilmesidir. Öğrenme fabrikasını küçük bir uygulama ve danışma şirketi olarak çırak ofisinden idare eden işletme ve teknik iş

çırakları, yönetim ve rezervasyon görevlerini üstlenmektedir. Çıraklar, eğitim oturumları için yerleri ayırmakta, doğru ekipmanı bulundurmakta, öğretim modüllerini hazırlamakta, öğretimle ilgili materyalleri üretmekte ve güncellemekte ve tesisleri iyi çalışır bir vaziyette tutmak için bakımlarını yapmaktadırlar. Öğrenme fabrikaları, firmaların yeni teknolojiye yatırım yapmadan önce pilot projelerini gerçekleştirebileceği, olası yatırımlarının boyutunu, karmaşıklığını ve yeni teknolojilerin gerektirdiği iş gücü niteliklerini doğrudan gözlemleyebileceği ortamlar sunması açısından önemlidir. Firmalar, kendi üretim sistemlerini test ortamı olarak kullanmak yerine, ya da en kritik işlerini yükledikleri deneyimli mühendislerini hoca olarak görevlendirmek yerine; bu noktada 'mühendisin eğitimi akademi ve sanayinin ortak sorumluluğudur' görüşünden hareketle, bu tip ortak sorumluluk alanlarını tercih etmektedirler. Öğrenme fabrikalarının firmalara sağlayacağı ekonomik faydalar açık ve elle tutulur niteliktedir. En yeni teknolojiyi, yatırım yapmadan önce deneme fırsatı sunmanın yanı sıra, yeni teknoloji firmaya geldiğinde başlatılması planlanan bazı ürün geliştirme çalışmalarını önceden tamamlayarak olası sorunları önceden görmek ve buna göre karar vermek açısından önemli maliyet ve zaman tasarrufu sağlayacağı düşünülmektedir.

- **Öğrenme Platformu ve uzaktan eğitim** araçlarıyla sayısallaşmanın beraberinde getirdiği yeni imkanlar kullanılmaktadır. Çalışanlar artık dünyanın herhangi bir yerinden web tabanlı eğitim birimlerine hızlı ve esnek bir şekilde erişebilmektedir. Farklı eğitim yöntemleri bir arada ilişkilendirilmiş ve benzer şekilde hem genç hem de tecrübeli çalışanlara sunulmuştur. Her bir durumda ilgili çalışanın ihtiyaçlarına uygun hale getirilmiştir.
- **Eğitim ortamları** kişiselleştirilmiş eğitimin yapılacağı mekanlar öğretmen ve öğrencilerin beraber çalışmasına imkan verecek şekilde düzenlenmelidir. Proje tabanlı çalışmalar ve etkinlikler için geniş, güvenli ve rahat ortamlar, laboratuvarlar oluşturulmalı, öğrencilere uygun iç ve dış mekanlar seçilmelidir. Çalışmalar için dijital araçlardan faydalanılabilir. Kullanılan mekanlara ek olarak çevrimiçi (online) eğitim, çevrimdışı (offline) eğitim, interaktif eğitim, Kitleli Çevrimiçi Açık Ders (MOOC) eğitim yöntemlerinin kullanılmasına imkan veren bilişim ağları, donanımsal ve yazılımsal araçlar, cihazlar, sistemler vb. ekipmanların kullanılması, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerine ait yazılım ve donanımların kullanılması, eğitimin erişilebilirliğini ve kalitesini artıracaktır. Eğitim ortamları için deneysel çalışmalar olarak, **Maker laboratuvarları** gösterilebilir. Yenilikçi eğitim ortamları tasarımları farklı uzmanlıkların bir araya getirilmesiyle gerçekleştirilmelidir. (eğitim, mimarlık, pedagoji, mühendislik ve teknoloji vb.) Ortamın fiziksel ve teknolojik alanları öğrenme amaçları etrafında organize olmalıdır. İnteraktif öğrenme yaklaşımları daha çok alan ve esneklik gerektirmektedir. Fiziksel alanların, belirlenen eğitim vizyonunu sağlayacak şekilde, dinamik bir yapıda olması; portatif, mobil ünitelerle çalışmanın niteliğine göre çalışmaya özel, kolaylıkla düzenlenebilmesi; öğrencilerin birbirleriyle etkileşime geçip işbirliği içinde çalışmalarını kolaylaştıracak şekilde tasarlanması düşünülmelidir. Teknolojik alan tasarımı, bilgisayar teknolojilerinin kullanımını maksimum düzeyde tutacak, eğitimde bilgisayar teknolojilerinin etkin ve çevrim içi (on-line) geri bildirimli olarak kullanımını teşvik edici şekilde düşünülmelidir. Eğitim ortamları sosyalleşmeyi ve anında geri bildirim almayı, görsel ve işitsel algıların aynı anda kullanımını da sağlamalıdır. Eğitim ortamlarında teknolojinin eğitimcilerin, görünmez kontrolünü de sağlaması gerekir. Uzaktan kontrollü teknolojik denetim sistemleri ile sağlık açısından riskli olabilecek durumların önlenmesi de bu kapsama dahildir.

KAYNAKLAR

1. Science, Technology and Innovation Outlook 2016, OECD, December 2016
2. <http://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-25186167.htm>
3. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy; James Manyika, Michael Chui, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Peter Bisson, Alex Marrs, McKinsey Global Institute; May 2013
4. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>
5. Endüstri 4.0: Bir Tekno-Politik Değerlendirme, Prof. Dr.Osman Çoşkunoglu-Elektrik Mühendisliği Dergisi, 2016 Aralık
6. The Future of Manufacturing: Opportunities to Drive Economic Growth; A World Economic Forum Report in collaboration with Deloitte Touche Tohmatsu Ltd, http://www3.weforum.org/docs/WEF_MOB_FutureManufacturing_Report_2012.pdf
7. The Future of Jobs; Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum, 2016
8. Industry 4.0; Federal Ministry of Education and Research, Zukunftsbild, 2013
9. Industry 4.0 in Production, Automation and Logistics; Bauernhansl, Hompel, Vogel-Heuser; 2014
10. Industry 4.0 Making Achievable: IT2Industry; Wehinger, J [Mieschke Hofman und Partner]; 2014
11. Prioritize Your Projects- the MuShCo Method; Maxwell, S. A.; 2010
12. Effects On Vocational Education Training, Pfeiffer S. [University of Hohenheim], November 2015
13. Adapting Engineering Education to Industrie 4.0 Vision- Conference Paper, Yasanur Kayikci, Eray Gençay, Selim Coskun, October 2016
14. The Future of Jobs (Executive Summary), World Economic Forum, January 2016
15. Industry 4.0, A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective; ASME, VDI; 2016
16. The rise of work-based academic education in Austria, Germany and Switzerland; Lukas Graf, Journal of Vocational Education & Training; 2016
17. Industrie 4.0 Guideline-Shaping the Digital Transformation Within Companies, Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training, Working Group 5, March 2017
18. Tech Trends 2015-The Fusion of Business and IT, Deloitte University Press, pages:110-114
19. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?, Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, 2013
20. Mesleki Eğitimde Probleme Dayalı Eğitim Modeli: İhtiyaç Analizi ve Pilot Uygulama Sonuçları, TEPAV, Şubat 2017
21. Shaping the Digital Transformation Within Companies – Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training, Plattform Industry 4.0, March 2017
22. Dijital Ekonomi Programı, İnovasyon ve Girişimcilik Enstitüsü-NOVUSENS, Ekim 2016
23. Education +Industry - Training For: Industry 4.0: From the Internet of Things to Smart Factories, From the 18th slide to the 27th slide; Jayesh C S Pai, MSME Tool Room, Kolkata, India, 2014
24. <https://www.slideshare.net/jcspai/industry-40-trg-2014-45460620>
25. Interim Report on 21st Century Cyber–Physical Systems Education, National Academy of Sciences, 2015
26. A 21st Century Cyber–Physical Systems Education, National Academy of Sciences, 2016
27. Out of Inventory; Accenture, Manufacturing Institute, 2014

28. <http://www.themanufacturinginstitute.org/Research/Skills-and-Training-Study/~media/70965D0C4A944329894C96E0316DF336.ashx>
29. The Chine Effect on Global Innovation, McKinsey&Company, October 2015
30. Mesleki ve Teknik Eğitim Gönüllüleri Mesleki ve Teknik Eğitim Türkiye Acil Eylem Raporu, Eğitim Araştırmaları Derneği (Prof. Dr. Hıfzı Doğan, Prof. Dr. Niyazi Karasar, Hüseyin Ay, Ahmet Kurt, İbrahim Karakoç, Diler Erdem), 2017
31. STEM Eğitimi Türkiye Raporu, İstanbul Aydın Üniversitesi, 2015
32. STEM Eğitimi Çalıştay Raporu; Devrim Akgündüz, Hamide Ertepinar, A.Metin Ger, Aysin Kaplan Sayı, Zeynep Türk (İstanbul Aydın Üniversitesi), 2016
33. <http://www.p21.org/>
34. <https://www.rwth-aachen.de/>
35. <http://fab.cba.mit.edu/about/faq/>
36. <http://fab.cba.mit.edu/content/tools/>
37. <http://www.fablabni.com/what-fablab>
38. <http://www.tuwien.ac.at/EN/>
39. <https://www.tugraz.at/en/oe/lehr-und-lerntechnologien/home/>
40. <https://www.tum.de/>
41. http://www.europe-aim.eu/wp-content/uploads/2012/07/Monostori_aim_2015_09_19_official.pdf

EKLER

ÇALIŞTAYI DOKÜMANLARI ve KATILIMCI LİSTELERİ

EK1. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu Ankara Arama Çalıştayı Dökümanları (27.01.2017- TTGV Kivılcım Merkezi ,Ankara)

Toplantı Notları

Toplantıya 25 kişi katılmıştır. Platform oluşumu ve yapısı hakkında Bakanlık temsilcisi tarafından yapılan kısa bilgilendirme sunumunun (Ek-2) ardından katılımcılar 2 gruba ayrılarak çalışmalarına başlamışlardır. Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik ihtiyaçların belirlenmesi ve uygulanması için stratejik yol haritasının hazırlanması ortak amacında odaklanılarak bu konu 2 grupta aşağıdaki alt başlıklar kapsamında ele alınmıştır.

- Eğitim ve öğretim sisteminde Üniversite–Sanayi İşbirlikleri çerçevesinde mühendislik, orta öğretim müfredatları, programlarında yapılması gerekenler
- Özel sektörün nitelikli insan kaynağı (mühendis ve teknik personel) açığının kapatılması için yapılması gerekenler

Bu 2 başlığa ek olarak;

- Konu ile ilgili “toplumsal farkındalık” yaratılması konusunun da ayrı bir çalışma ile ele alınması,
- Sanayide Dijital Dönüşüm sürecinde istihdam ve iş hayatını etkileyecek düzenlemelere ilişkin mevzuat değişikliklerinin de konu ile ilgili Mevzuat çalışma grubuna önerilmesi konularının

Bakanlık tarafından oluşturulan Platform Sekreteriyasına iletilmesi de gündeme gelmiştir.

Her iki grupta aşağıdaki başlıklar altında gündeme gelen ve strateji yol haritası çalışmasında yer alması önerilen konu ve görüşler şu şekildedir:

1. İNSAN KAYNAĞI

Sanayide dijital dönüşüm süreci için ihtiyaç olan insan kaynağını hazırlamak amacıyla bu dönüşüme cevap verecek nitelikli insan kaynağı ve ihtiyaçlarının tanımının yapılarak bunu etkileyecek yan faktörlerin (altyapı, entegrasyon, kültür, veri analizi vb.) belirlenmesi öncelikli eylemdir. Bu doğrultuda;

- Bu dönüşümü sağlayacak araçların belirlenmesi
- Bu dönüşümün eğitim ekosisteminde etkileyeceği/ etkileneceği dışsal alanların (negatif, pozitif) ve paydaşlarının belirlenmesi
- Önümüzdeki dönemde değişecek veya kaybolacak mesleklerin belirlenmesi
- Türkiye’ye ilişkin eksik verilerin belirlenerek bu konudaki büyük verinin analiz çalışmalarının yapılması için ihtiyaçların belirlenmesi
- Yakın gelecekte, yenilikçi, katma değeri yüksek, özgün ürün, program, tasarım ve sistemler geliştirebilecek nitelikte, konularında detay teknik problem çözme bilgi ve yeteneğine sahip mühendisleri mekanik bilgisi yüksek bilgi teknoloji uzmanlarını yetiştirecek programların ve sanayide çalışanlar için teknik donanım ve eğitimler ile altyapılara ilişkin ihtiyaçların belirlenmesi

- Firmalarda çalışan mühendislerin sürekli eğitimi için ileri tasarım ve kalite geliştirme, yeni malzeme teknolojileri, mekatronik, teknoloji yönetimi vb. konularda sertifika ve ödül programlarının önerilmesi
- Sanayinin bilim insanları çalıştırması ve bu doğrultuda sanayiye ileri taşıyacak projeleri üniversitelerde yönlendirmesine yönelik motivasyonu sağlayacak programlar önerilmesinin Yol haritasında yer alması gerektiği düşünülmüştür.

2. EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİ İLE İLGİLİ OLARAK:

Dijital dönüşümün ihtiyaç duyduğu niteliklerin bireye kazandırılmasına yönelik araştırmacı ve analitik olmayı teşvik edecek yeni yöntemler kullanılarak eğitim programlarının oluşturulması ve bu konuda öğrencileri yetiştirecek eğitimcilerin eğitimi öncelikli eylemdir.

- Bu doğrultuda; İlk ve orta öğretime yönelik aşağıdaki eğitimlerin konu ile ilgili farklı uzmanlıkların katılımı ile oluşturulması ve Milli Eğitim Bakanlığı işbirliği ile pilot uygulamalarla hayata geçirilmesi önerilmektedir.
 - ✓ Problem çözme becerisi,
 - ✓ İleri düzey bilgisayar okuryazarlığı
 - ✓ Algoritma mantıklı eğitim,
 - ✓ Kodlama-yazılım-robotik eğitimi
 - ✓ Teknoloji geliştirme(akıllı üretim), teknolojiyi doğru ve etkin kullanma ve öğretme
 - ✓ Yapararak-yaşayarak-uygulayarak-özgüveni geliştirmeye yönelik girişimci eğitim projeleri
 - ✓ Yerel sektör temsilcileri katılımı ile bilişim ve üretim dersleri
 - ✓ Meslek okulları (lise ve yükseköğrenim) içerisinde bilgi teknolojileri ile ilgili bölümlerin dijital teknolojiyi işlemesi
 - ✓ Geleceğin meslekleri
 - ✓ Veri analiz uzmanlığı
 - ✓ Artırılmış gerçeklik eğitimleri
 - ✓ Tasarım Odaklı düşünme
 - ✓ Hazır IoT modüllerini kullanarak, fiziksel dünya ile etkileşim yapabilen teçhizat geliştirilecek “maker” dersleri

Lisans/Yüksek lisans/Doktora içeriğinin sanayinin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaçlarına yönelik çözüm geliştirecek şekilde teşvik edilmesi ve buna paralel olarak öğrencilerin meslekleri ile ilgili dünyadaki yeni çalışmaları güncel takibi ve bunların sanayiye projelerle taşınmasına yönelik çalışmaların YÖK işbirliği ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu doğrultuda;

- Lisans çalışmaları düzeyinde öğrencilerin temel ve ileri mühendislik formasyonunu kazanmasına yönelik seçmeli derslerin oluşturulması
- Yüksek lisans ve Doktora çalışmalarının sanayi ile daha entegre olması için mesleki yükseköğretim kurumlarının uygulamalı bilim, mühendislik, teknoloji ve bilişim alanlarındaki programlarını akredite eden yapılar ile işbirliği içerisinde,
 - Üniversitelerin yüksek lisans programlarının mesleki becerilere odaklanacak şekilde düzenlenmesi,

- Şirketlerin üniversitelere proje önermesi ve sektörel proje liste konuları yayınlanması ve başarılı doktora tezlerinin ticarileştirme aşamalarının desteklenmesi
- Üniversitelerdeki bilgisayar mühendisliği, yönetim bilişim sistemleri yazılım mühendisliği bölümlerinde uluslararası geçerlilikte müfredat oluşturulması
- Üniversitelerde kurulmuş araştırma merkezlerinde sanayi işbirliği ile projeler yürütülmesinin teşvik edilmesinin

Yol haritasında yer alması gerektiği düşünülmüştür.

3. POLİTİKA VE FARKINDALIK GELİŞTİRİLMESİ KAPSAMINDA;

- Milli Eğitim Sistemimizin dijital dönüşümün ihtiyaçlarına ve hedeflerine göre düzenlenmesi ve programların dijital dönüşüme göre uyarlanması, öğrenci performansının öğrenme kriteri tabanlı değerlendirilmesi ve dijital dönüşüme uygun programların etkilerinin ölçülerek kamuoyu ile paylaşılması ve toplumsal farkındalık açısından eğitim kurumları ve sanayi kuruluşlarına dijital dönüşüme ilişkin eğitimler ve rehberlik/mentörlük verilmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.
- Dönüşüm sürecinde sanayide istihdamın azalması tehdidine yönelik toplumsal etkilerin ve sanayide dijital dönüşüm süresinin iş hayatına olan etkilerinin de ilgili kurumların sorumluluğunda araştırılması ve
- Toplumsal farkındalık kapsamında dijital vatandaşlık eğitimi geliştirilmesi ve dijital okuryazarlığın toplumda yaygınlaştırılmasının önemli olduğu düşünülmüştür.

Toplantı Notları

Toplantıya 29 kişi katılmıştır. Platform oluşumu ve yapısı hakkında yapılan kısa bilgilendirme sunumunun ardından katılımcılar 2 gruba ayrılarak çalışmalarına başlamışlardır.

Sanayinin Dijital Dönüşümünde ihtiyaç duyulacak nitelikli insan kaynağını hazırlamaya yönelik ihtiyaçların belirlenmesi ve uygulanması için stratejik yol haritasının hazırlanması ortak amacında odaklanılarak bu konu 2 grupta aşağıdaki alt başlıklar kapsamında ele alınmıştır.

1. İNSAN KAYNAĞI

- Öncelikli olarak ülkemizin bu süreçte nereye ve hangi alanlara konumlandıracağımızın belirlenmesi ve buna göre hangi konuda uzmanlıklar geliştireceğimizi belirleyerek eğitim konusunda driver / follower olacağımız konuları da buna paralel belirlememiz gerekli.
- Özel sektör ve özel sektörde çalışanlar için hem farkındalık hem de dönüşüme ilişkin yeteneklerini geliştirmeye yönelik sürekli mesleki eğitim yaklaşımı ile yerinde ve online sertifika programlarının hazırlanması, bu eğitimleri verecek kuruluşların akreditasyonu, hangi aşamada ne tür eğitimlerin verilmesine yönelik eğitim içeriklerinin (mevzuat ve standardizasyon süreçleri dahil) oluşturulması sürecinde kamu desteği sağlanmalı ve bu süreçlerde sanayi, üniversite ve ilgili sivil toplum kuruluşlarının işbirliğinin sağlanması
- Şu anki çalışan havuzunun yetkinlik kazanması çalışmasında işletme gerçeklerine ve ekonomik ölçeğine bakılarak işletmeye özel eğitimler kurgulanması,
- Bilişim konusunda her meslekte çalışanların hem eğitim hem teknoloji alanında belli bir altyapıya sahip olmasını sağlamak gerekli. Hem üretim hem bilişimde temel yetkinliklere sahip, (bilişim, elektronik, kontrol), yaratıcılık, keşfetme, hayat boyu öğrenmeye odaklı sertifikalı paket eğitimlerin hazırlanması
- Global anlamda rekabet edecek insan gücünü yetiştirmek için okul öncesi ailede eğitim başlamalı. Toplumsal farkındalık gerekli. Yetenek havuzumuza daha çok kadını çekmek, her meslek alanına teknolojiyi entgre etmek gerekiyor. Farklı disiplinleri tek bireyde birleştirmenin yanı sıra farklı uzmanlıkların takım çalışmasına sağlamak da önemli.
- Sanayinin eğitime katkı sağlaması aktif olarak katılması, akademisyenlerin sanayi ile yaptıkları çalışmaların kariyerlerine olan etkisinin güçlendirilmesi
- Uluslararası standartlarla ilgili mevzuat çalışmalarına sanayicinin katılımının sağlanması
- Sanayide stajyer istihdamının çıraklık sistemine benzer şekilde etkinleştirilmesi, uzun dönem stajlarının yapılması
- Yakın coğrafyadaki ülkelerde yaratıcı yeteneklerin ve profesyonelleri Türkiye'ye çekebilmek için ortam ve imkan yaratılması,
- Ana ve yan sanayi, tedarikçiler ve müşteriler yatay ve dikey üretim seviyelerinin birbirleri ile iletişim halinde olması ve aralarındaki dijital bağlantılarda standardizasyon oluşturulması

2. EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİ İLE İLGİLİ OLARAK:

- MEB, Çalışma Bakanlığı (Mesleki Yeterlilik Kurumu) ve YÖK işbirliği ile müfredat ve mesleki yeterlilikler konusundaki mevcut müfredatın dijital dönüşüm sürecinde ihtiyaca cevap verebilecek şekilde revizyonunun sağlanması. Bu revizyon sürecinde yaparak öğrenen, Sosyal ve duygusal becerilerin geliştirilmesine yönelik, araştırmacı, yaşam boyu öğrenen nesiller için müfredat oluşturulmalı. STEM-A gibi uluslararası standartların müfredata entegrasyonu yapılmalı.
- Dijital dönüşüm sürecinde gündeme gelecek yeni meslekler ve mevcut mesleklere getirdiği yeni beceriler saptanmalı. Buna bağlı olarak veri okur- yazarlığı, tasarım odaklı düşünme vb bilgi ve beceriler tanımlanarak ve örgün öğrenme sistemlerine entegre edilmeli. Yeni nesil öğrenme modeli tanımlanmalı, eğitim kurumları ve öğretmenler, öğrenciler buna göre hazırlanmalı. Ara eleman açığı ve bu programa uygun açılmış teknik liseler sanayi bölgelerinde geliştirilmeli, Endüstri Meslek Liseleri, Teknik Okullar/Liselerdeki eğitim dijital dönüşüm sürecine katkı sağlayacak içeriklerle güçlendirilmeli.
- İlk ve orta eğitimde veri analizi, algoritma ve kodlama konuları işlenmeli.
- Müfredattan önce çocukları eğiten eğitimcilerin eğitsel becerilerini geliştirecek sürekli eğitimler almaları gerekir. Öncelikle bu konularda öğretmenler hazır hale getirilmeli.
- Anaokulundan ilkokuldan başlayacak maker çalışmalar ile yaratıcılığı çocukluktan desteklemek gerekir. Düşünme ve algortimik düşünmeye odaklı bir eğitim sistemimiz olmalı. Deneyimleme setleri ve ortamlarının geliştirilmesi Skill based beceri odaklı eğitime yönelmek. Her bireyin güçlü olduğu alanda farklı yeteneklerini destekleyecek şekilde eğitimin kişiselleştirilmesi öğretimin çok yönlü bireylerin yetiştirilmesine yönelik düzenlenmesi 3 boyutlu düşünce ve yaratıcılığı artırıcı 3 Boyutlu teknolojiler (sanal gerçeklik, 3B yazıcılar gibi) mutlaka ilköğretim hatta anaokulundan itibaren çocukların eğitimine girmeli.
- Yükseköğretimde çoklu beceri ile çalışan yetkinlikler arttırılmalı. (Teknik+ sosyal zeka) Değişim yönetimi konusunun özellikle üniversite müfredatına eklenerek içselleştirilmesi sağlanmalı. Eğitimin içeriği belirlenirken X, Y, Z kuşağının temel özellikleri ve sürece adaptasyonu için iyi bir analiz süreci gerekli. Eğitimde dijital dönüşümde bilgiye erişim öğretim biçimlerini de değiştirdi. Beceri odaklı eğitim anlayışına yönelmek insanların daha verimli ve hızlı öğrenebilmek için teknolojiyi kullanmalıyız.
- Hukuk eğitimi yeni endüstrinin dönüşümüne ve değişimine göre uyarlanmalı
- Uzaktan eğitim teknolojilerine ağırlık verilmeli ve yükseköğretimdeki öğrenciler için çevrimiçi eğitimler oluşturulmalı (MOOC) Öğretim sistemi de dijitalleştirilmeli, Üretim mühendisliği müfredatına 4.0 kavramı eklenmeli. (Bilgisayar programları, insan kaynakları yönetimi, Sanayi 4.0 laboratuvarları, dijital dönüşüm dersleri, vb.) En azından 4. sınıf seçmeli derslerinin Sanayi 4.0 içerecek şekilde düzenlenmesi. End. 4.0 ile ortaya çıkan yeni uzmanlık alanları yüksek lisans düzeyinde üniversitelerde yer almalı.
- Üniversite-sanayi işbirliği kapsamında 6550 Sayılı Kanun kapsamında multidisipliner bir yapı içeren, sanayi ile yakın çalışacak enstitüler oluşturulmalı ve desteklenmeli (Sanayi 4.0 enstitüleri) Sanayi tarafında üniversite ile koordinasyonu sağlayan “Teknoloji Akademi” oluşturulması, endüstri-akademi arası bilgi paylaşım platformları kurulması. Yükseköğretimde, dijital dönüşüm uygulama laboratuvarları ve 4.0 sanayi fabrika yönetimi dersleri açılmalı. Sanayi 4.0 için öncelikli sektörler belirlenmesi ve net araştırma alanları belirlenmesi (özel sektör) Üniversitelerde/MYO dersin içeriği (müfredat) hazırlanırken sanayinin ihtiyaç analizi yapılmalı (dış danışma kurullarında

sanayi paydaşları bulunmalı) Sanayinin eğitime katkı sağlaması aktif olarak katılması, akademisyenlerin sanayi ile yaptıkları çalışmaların kariyerlerine olan etkisinin güçlendirilmesi

- Yükseköğretimde uluslararası akreditasyon yaygınlaştırılmalı ve akreditasyon şartları dijital dönüşüme uygun olmalı.

3. POLİTİKA VE FARKINDALIK GELİŞTİRİLMESİ KAPSAMINDA;

- Toplumun eğitimi (direk etkilenmeyecekler için) medya ve toplumsal yaşam alanlarında gerçekleştirilmeli. Eğitim yoluyla Sanayi 4.0 farkındalığı artırılmalı. Kitlese bilgilendirilme/iletişim artmalı.
- Teknoloji dilinin yetkinleştirilmesi
- Rekabet öncesi işbirlikleri programının end 4.0 ile bağlantılı konumlandırılarak hayata geçirilmesi
- RFID uzmanlığı, robot yönetim sistemleri uzmanlığı, endüstriyel üretime yönelik yazılım uzmanlığı, mobil yazılım uzmanlığı, plc yazılım uzmanlığı, tasarım teknolojileri uzmanlığı, IOT çözümleri ve uzmanlığı gibi geleceğin mesleklerinin belirlenmesi

26 Ocak Ankara ve 8 Şubat İstanbul Çalıştayları Katılımcı Listesi (Alfabetik Sıra ile)

No	Temsilci	Kurum
1	Ahmet ÇELİK	GAZİ ÜNİVERSİTESİ
2	Ahmet HANÇER	ENOCTA
3	Ahmet ŞİŞMAN	TİM
4	Ali Kerem ALPTEMOÇİN	ERKURT HOLDİNG
5	Ali N. TUNABOYLU	YASED
6	Alp KÖKSAL	STFA/KHAN ACADEMY
7	Alper ŞAHİN	BSTB
8	Aydın KOLAT	VERİSİS
9	Ayhan YAZAR	ADIENT
10	Bariş URHAN	TÜSİAD
11	Bayram ASLAN	TİM
12	Bilgütay YAŞAR	YASED
13	Burak PEKCAN	İNFOTRON
14	Burak YÜCELYİĞİT	ENOCTA
15	Burcu AYBAT	EĞİTMEN
16	Burcu BAYIR	TİM
17	Bülent DENİZ	TİM/ ERKURT HOLDİNG
18	Cavit YANTAÇ	MICROSOFT
19	Cem ÜLGER	RFT
20	Cihat DEMİRLİ	MÜSİAD
21	Hakan AYDIN; Doç. Dr.	ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
22	Özgür ÖZLÜK;Doç. Dr.	MEF ÜNİV
23	Nihat ALAYOĞLU;Doç.Dr.	MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
24	Altug KARAYEL, Dr.	KOÇ ÜNİVERSİTESİ
25	Atila Hakan ÖZDEMİR	BİLKENT TTO
26	Bilal ATASOY	GAZİ ÜNİV. BÖTE
27	Tarkan GÜRBÜZ	ODTÜ BİLTİR

28	Efşan NAZ ÖZEN	TEPAV
29	Elçin TANYELİ	TÜBİTAK BİLGEM
30	Elif DÖRTER	ÇOŞKUNÖZ EĞİTİM VAKFI
31	Emrah ÖZBEK	ARÇELİK
32	Eray AKDAĞ	TÜSİAD ANKARA
33	Evren BÜKÜLMEZ	TTGV
34	Evrin Oya GÜNER	TBD
35	Fulya KAYRAN	VESTEL
36	Hande AKÇE ALPASLAN	TÜBİTAK
37	Hasan ÇAĞLAYAN DÜNDAR	TOBB ETU
38	Hasan SONER YÜCEL	TED KOLEJİ
39	İffet İYİGÜN MEYDANLI	FARPLAS
40	İlker TABAK	TBD
41	Mehmet Kudret CERAN	EKONOMİ BAKANLIĞI
42	Melih KOCAMAN	ORSO
43	Meral YURDAKUL	NETAŞ
44	Mete KONURALP	TESA BANT
45	Murat DURAN	DUSOFT
46	Mustafa BARAN	ASO
47	Oğuz ALTAY	İNFOTRON
48	Oğuz ERGİN	TOBB ETU
49	Özlem GÜÇLÜER	OSD
50	Pınar KAHRAMAN	TÜBİTAK
51	Ali GÖKTAN;Prof. Dr.	İTÜ OTAM
52	Metin Orhan KAYA;Prof. Dr.	İTÜ
53	Orhan AYDIN;Prof. Dr.	YÖK
54	Rıza DURUCASUGİL	NETAŞ
55	Samet ÇELİK	GELECEK ATÖLYESİ
56	Seda KALAYCI	KOSGEB
57	Seher Melek ÇALIŞKAN	ÇOŞKUNÖZ EĞİTİM VAKFI
58	Selma KELEŞ KARAKAYA	MEB
59	Sibel EŞDER	TTGV

60	Suat BAYSAN	TTGV
61	Tülay AKARSOY ALTAY	TTGV
62	Uğur Levent ŞEN	TSE
63	Volkan BAYRAKTAR	TTGV
64	Yiğit ERGİN	KAREL
65	Baha ZAFER;Yrd. Doç. Dr.	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
66	Yücel TELÇEKEN	TTGV

**EK3- Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu Değerlendirme ve Karar Çalıştayı,
(20.07.2017- TTGV Kivılcım Merkezi, Ankara)**

Katılımcı Listesi (Alfabetik Sıra ile)

No	Temsilci	Kurum
1	Alper KESKİN	TÜSİAD
2	Alper ŞAHİN	STB
3	Ayşe Günay GÖKBEN	MEB
4	Ayşe KULA	MEB
5	Baha ZAFER	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
6	Başak APAYDIN	STB
7	Devrim AKGÜNDÜZ	İSTANBUL AYRIN ÜNİVERSİTESİ
8	Ebru AKTAN	IBM
9	Eda ÜNAL	STB
10	Elife ÜNAL;Doç.Dr.	STB
11	Emrah KORAMAN	STB
12	Ezgi ÇELİK	TÜSİAD
13	Hakan BAL	STB
14	Hakan DAL	YÖK
15	Hülya ÖZTOPRAK YILMAZ	STB
16	İlker TABAK	TBD
17	İlknur İNAM	STB
18	Kevser Öztürk KALAYCI	STB
19	M.Kudret CERAN	TB
20	Mehmet ALTINKURT	STB
21	Mustafa ÇOLAKOĞLU;Doç.Dr.	MEB
22	Necdet KENAR	TÜSİAD
23	Orhan AYDIN;Prof. Dr.	YÖK
24	Özlem KALKAN	MEB
25	Pınar KAHRAMAN	TÜBİTAK
26	Samet ARSLAN	BSTB
27	Sercan ÖZTÜRK	STB
28	Sevilay KURT	IBM
29	Suat BAYSAN	TTGV
30	Tarkan GÜRBÜZ	ODTÜ BİLTİR
31	Tülay AKARSOY ALTAY	TTGV
32	Uğur Levent ŞEN	MC KINSEY
33	Uğur SAÇMACIOĞLU	MC KINSEY
34	Volkan BAYRAKTAR	TTGV
35	Yücel TELÇEKEN	TTGV
36	Zafer SEVDİ	TESİD
37	Zübeyde ARSLANOĞLU	STB

Ek4. Çalışma Grubu Üyelerine Anket Yoluyla Sorulan Sorular

1) Mesleki Eğitim

- Öncelikle hangi sektörler bu değişime gereksinim duyacaklar ve yakın gelecekte ihtiyaç duyacakları personellerinin donanımları ne olacak?
- İşyerleri yeni duruma uyum için mevcut personellerine (özellikle üretim süreci ile doğrudan ilgili olarak mühendislerine, planlamacılarına, operatörlerine vb.) hangi eğitimleri vermeli? (Mümkünse eğitim verilecek konu başlıklarını belirtiniz)
- Meslek içi eğitimde eğitim mekanları nasıl olmalı?
- Meslek içi Eğitimcilerin özellikleri ne olmalıdır?

2) Üniversite öncesi eğitim (okul öncesi-ilk-orta-lise)

- Üniversite öncesi eğitim neyi hedeflemeli ve nasıl bir program uygulanmalı?
- Uzmanlığınız dahilinde sizce uygun eğitim yöntemleri neler olmalı?
- Eğitim mekanları / ortamları nasıl olmalı ne tür donanımlar yer almalı?
- Meslek liselerinin eğitimi nasıl olmalı?

3) Üniversite Eğitimi

- Önümüzdeki birkaç on yıllık dönem için kilit teknolojilere ve dijital dönüşümün gereklerine uygun derslikler/laboratuvarlar/eğitim ortamı nasıl olmalı?
- Yetiştirilecek öğrencilerin yetkinlik ölçütleri neler olmalı?
- Bu dönüşüme uygun sanayideki personel istihdamı için üniversitelerin hangi bölümleri devreye girmeli ve hangi teknoloji alanlarında eğitim vermeli? (Almanya, Avusturya vb. ülkelerdeki bazı üniversitelerin lisans ve doktora programlarından örnek vermeniz mümkün müdür?)

4) Yaşam Boyu Eğitim

- Örnek olarak gösterebileceğiniz yurtdışında başarılı uygulamalar hangileridir?
- Hangi teknik yetkinlikler hangi eğitimlerle ve nasıl bir eğitim ortamında edinilmektedir? İstenen ölçütler ne olmalı ve yaşam boyu öğrenmede hangi yöntemler uygulanmalıdır?



TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

MERKEZ / HEAD OFFICE
CYBERPARK CYBERPLAZA
B Blok Kat: 5-6 06800
Bilkent ANKARA - TÜRKİYE
Tel: +90 (312) 265 0272
Faks: +90 (312) 265 0262

İSTANBUL / İSTANBUL OFFICE
ARI TEKNOKENT
Arı 2 Binası A Blok Kat: 7 34469
İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, Koruyolu
Maslak İSTANBUL - TÜRKİYE
Tel: +90 (212) 276 7560
Faks: +90 (212) 276 7580

www.ttgiv.org.tr